

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Федеральное государственное бюджетное учреждение
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

НАУЧНО-ПРИКЛАДНОЙ СПРАВОЧНИК
МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА НА
ВОДНОБАЛАНСОВЫХ И БОЛОТНЫХ СТАНЦИЯХ

Под ред. М.Л. Маркова



Санкт-Петербург, 2021 г.

УДК 556.5.04
ISBN 978-5-907276-34-5

Научно – прикладной справочник: Многолетние изменения элементов водного баланса на воднобалансовых и болотных станциях. – СПб.: ООО "РИАЛ", 2021. - 202 с.

В научно-прикладном справочнике представлены результаты анализа и расчётов основных гидрометеорологических характеристик по материалам наблюдений на четырех действующих воднобалансовых и двух болотных станциях Росгидромета за период с начала наблюдений по 2019 год. Приведены обобщенные сведения о метеорологических элементах, атмосферных осадках, снежном покрове, стоке воды, испарении с различных видов поверхностей, запасам влаги в почвогрунтах и динамике их промерзания и оттаивания, а также уровням грунтовых и болотных вод.

Справочник предназначен для широкого круга специалистов в области мониторинга поверхностных вод суши, гидрологических и водохозяйственных расчётов.

© ФГБУ ГГИ, 2020

© РИАЛ, 2021

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	8
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	12
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА.....	13
1.1 Воднобалансовые станции.....	13
1.1.1 Нижнедевицкая воднобалансовая станция.....	13
1.1.2 Воднобалансовая станция Каменная Степь.....	16
1.1.3 Подмосковная воднобалансовая станция.....	20
1.1.4 Валдайский филиал ГГИ.....	22
1.2 Болотные станции.....	24
1.2.1 Болотная станция Зеленогорская (Ламмин-Суо).....	24
1.2.2 Болотная станция Брусовица.....	29
2 МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА И ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИХ ФАКТОРОВ НА ВОДНОБАЛАНСОВЫХ СТАНЦИЯХ.....	34
2.1 Температура воздуха.....	34
2.2 Осадки.....	38
2.2.1 Атмосферные осадки.....	38
2.2.2 Снежный покров.....	41
2.3 Испарение с водной поверхности и с суши.....	46
2.3.1 Испарение с водной поверхности.....	46
2.3.2 Испарение с суши.....	48
2.4 Почвогрунты и подземные воды.....	51
2.4.1 Запас влаги в почвогрунтах.....	51
2.4.2 Промерзание почвы.....	54
2.4.3 Уровни подземных вод.....	58
2.5 Речной сток.....	61
2.5.1 Годовой сток.....	61
2.5.2 Максимальный сток весеннего половодья.....	64
2.5.3 Минимальный сток.....	71
2.6 Анализ причин многолетних изменений элементов водного баланса на основе математического моделирования.....	75
2.6.1 Испарение с водной поверхности и с суши.....	75
2.6.2 Уровни подземных вод.....	77
2.6.3 Зимний сток.....	81
2.6.4 Весеннее половодье.....	88
2.6.5 Внутригодовое распределение речного стока.....	94
3 МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА НА БОЛОТНЫХ СТАНЦИЯХ.....	99
3.1 Температура воздуха.....	99
3.2 Атмосферные осадки. Снежный покров.....	100
3.3 Испарение.....	102
3.4 Уровни болотных вод.....	103
3.5 Уровни грунтовых вод.....	104
3.6 Температурный режим торфяной залежи.....	105
3.7 Режим промерзания-оттаивания торфяной залежи.....	106
3.8 Сток с болот.....	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	111
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	113

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Схемы размещения пунктов наблюдений и основные гидрографические характеристики водосборов на воднобалансовых и болотных станциях.....	115
Приложение А.1 – Нижнедевицкая ВБС.....	116
Приложение А.2 – ВБС Каменная степь.....	117
Приложение А.3 – Подмосковная ВБС.....	118
Приложение А.4 – Валдайская ВБС.....	119
Приложение А.5 – Зеленогорская БС (Ламмин-Суо).....	121
Приложение А.6 – БС Брусовица.....	122
Приложение А.7 – Основные гидрографические характеристики водосборов в пунктах гидрологических наблюдений.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Метеорологические характеристики воднобалансовых станций.....	125
Приложение Б.1 – Температура воздуха, °С (месячные величины: средние многолетние, наибольшие и наименьшие).....	126
Приложение Б.2 – Атмосферные осадки, мм (месячные величины: средние многолетние, наибольшие и наименьшие).....	127
Приложение Б.3 – Характеристика снежного покрова.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Испарение на воднобалансовых станциях.....	137
Приложение В.1 – Испарение с суши, мм.....	138
Приложение В.2 – Испарение с воды (мм).....	139
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Почвогрунты на воднобалансовых станциях.....	140
Приложение Г.1 – Запас влаги (мм) в почвогрунтах на водосборах в слое 0-100 см.....	141
Приложение Г.2 – Максимальное промерзание почвы.....	142
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Уровни подземных вод.....	146
Приложение Д.1 – Нижнедевицкая ВБС.....	147
Приложение Д.2 – ВБС Каменная степь.....	148
Приложение Д.3 – Валдайская ВБС.....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Речной сток на воднобалансовых станциях.....	166
Приложение Е.1 – Параметры и расчетные значения годового слоя стока водотоков (мм).....	167
Приложение Е.2 – Внутригодовое распределение стока методом реального года (в слоях и в % от годового).....	170
Приложение Е.3 – Параметры и расчетные значения максимальных расходов воды весеннего половодья.....	174
Приложение Е.4 – Параметры и расчетные значения слоя стока весеннего половодья.....	177
Приложение Е.5 – Параметры и расчетные значения минимальных 30-ти суточных расходов воды за летне-осенний период.....	180
Приложение Е.6 – Параметры и расчетные значения минимальных зимних 30-ти суточных расходов воды.....	183
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – Характеристики элементов водного баланса болот.....	186
Приложение Ж.1 – Атмосферные осадки, мм (месячные: средние многолетние, наибольшие и наименьшие).....	187
Приложение Ж.2 – Температура воздуха, °С (месячные: средние многолетние, наибольшие и наименьшие).....	188
Приложение Ж.3 – Испарение, мм (месячные: средние многолетние, наибольшие и наименьшие).....	189
Приложение Ж.4 – Уровни болотных вод (см) от средней поверхности болота.....	190
Приложение Ж.5 – Температура торфяной залежи, °С (на конец месяца: средние многолетние, наибольшие и наименьшие).....	193
Приложение Ж.6 – Промерзание торфяной залежи, см(на конец месяца: средние многолетние, наибольшие и наименьшие).....	195

Приложение Ж.7 – Параметры и расчетные значения годового слоя стока водотоков (мм)	196
Приложение Ж.8 – Внутригодовое распределение стока по месяцам и сезонам (в процентах от годового) методом среднего распределения стока за годы характерных градаций водности	197
Приложение Ж.9 – Параметры и расчетные значения максимальных расходов воды весеннего половодья.....	198
Приложение Ж.10 – Параметры и расчетные значения максимальных слоев стока весеннего половодья.....	199
Приложение Ж.11 – Расчетные значения максимальных расходов воды и слоев стока дождевых паводков.....	200
Приложение Ж.12 – Параметры и расчетные значения минимальных 30-ти суточных расходов воды за летне-осенний период	201
Приложение Ж.13 – Параметры и расчетные значения минимальных 30-ти суточных расходов воды за зимний период	202

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из основных принципов в вопросах планирования сети гидрологических станций и постов, которые заложены в 1920-1930-е годы в системе Гидрометслужбы, являлся принцип сочетания массовой опорной наблюдательной сети с сетью специализированных полевых экспериментальных баз: воднобалансовых и болотных станций (ВБС и БС). Задача этой специализированной сети, создаваемой в дополнение к опорной, заключается в изучении физической сущности, механизма гидрологических явлений и процессов. В течение 1940-1960-х годов на территории СССР была создана сеть зональных полевых экспериментальных баз, которая играла большую роль в изучении процессов формирования гидрологического режима и водного баланса в различных природных условиях. Материалы наблюдений на специализированной сети, как и по опорной сети, публиковались в ежегодниках. Основные обобщения этих материалов были выполнены более 50 лет назад в многотомных монографиях «Ресурсы поверхностных вод СССР» и ряде монографий. С 1980-х годов произошло постепенное сокращение воднобалансовых и болотных станций. В настоящее время на территории России фактически действуют только четыре воднобалансовые и две болотные станции, наблюдения на которых ведутся по существенно сокращенным программам. Материалы наблюдений на этих станциях в открытом доступе в виде ежегодников отсутствуют с середины 1980-х годов. Вместе с тем актуальность материалов наблюдений на стоковых станциях в настоящее время существенно возросла по следующим причинам.

1. Воднобалансовые станции в системе Росгидромета осуществляют мониторинг гидрологического режима во всей цепи влагооборота, что критически важно для прогноза его долгосрочных изменений в результате многолетних колебаний климата и антропогенных воздействий.

2. До настоящего времени большинство прикладных гидрологических задач решалось статистическими методами по данным наблюдений на гидрологических постах опорной сети и результатах региональных обобщений, выполненных на основе этих данных. В современных климатических условиях наблюдается возросшая изменчивость и нестационарность гидрометеорологического режима. Это ставит под сомнение использование статистических методов в оценках и прогнозах состояния водных объектов. Возрастает роль генетического подхода к решаемым гидрологическим задачам, в том числе с использованием математических моделей. Без комплексной информации обо всей цепи влагооборота, которая может быть получена только на воднобалансовых

станциях, развивать методы оценки и прогнозирования состояния водных объектов становится невозможным.

Учитывая возросшую актуальность данных многолетних наблюдений на специализированной сети Росгидромета для развития гидрологии, целью настоящего научно-прикладного справочника является представление сведений о действующих ВБС и БС и обобщение полученных на них материалов наблюдений. Ввиду того, что по разным причинам программы наблюдений на станциях со временем претерпевали существенные изменения, полнота и состав данных, приведенных в настоящем справочнике по разным станциям, отличаются.

Научно-прикладной справочник подготовлен «ФГБУ Государственный гидрологический институт» в рамках тем плана НИР Росгидромета.

В составлении отдельных разделов научно-прикладного справочника принимали участие: Марков М.Л. (научное руководство подготовкой справочника и его редактирование), Гуревич Е.В. (разделы 1.1, 2.1-2.5, приложения), Журавин С.А. (раздел 2.1-2.5), Батуев В.И. (раздел 1.2, 2.5, 3, приложения), Калюжный И.Л. (раздел 3), Лавров С.А. (раздел 2.6).

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам ВБС «Каменная Степь», «Подмосковная», «Нижедевицкая», БС «Брусовица», отделов гидрологии ФГБУ «Центральное УГМС», «Воронежского ЦГМС», «Северного УГМС» и ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС», а также подразделений ФГБУ ГГИ Валдайского филиала и Зеленогорской полевой экспериментальной базы (болотной станции Ламмин-Суо) за представленные материалы последних лет наблюдений.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем справочнике применены следующие термины с соответствующими определениями:

Антропогенная (техногенная) нагрузка – мера прямого и косвенного воздействия человека и народного хозяйства на природу в целом или на ее отдельные компоненты (ландшафты, водные объекты, почвы и др.).

Антропогенные факторы – факторы, обусловленные хозяйственной деятельностью человека и влияющие на природную среду.

Бассейновое регулирование стока – регулирование речного стока в естественных условиях в результате временного задержания в бассейне реки части талых снеговых и дождевых вод.

Болото – природное образование с водой, находящейся в свободном и связанном состоянии и торфяной залежью, покрытой болотной растительностью, обуславливающей процесс торфонакопления.

Болотный массив – болото в естественном или в восстановленном (после нарушения) состоянии, границы которого представляют замкнутый контур и проведены по линии нулевой глубины торфяной залежи. Болотный массив является водным объектом.

Болотный микроландшафт – часть болотного массива, однородная по характеру растительного покрова, структуре и водно-физическим свойствам деятельного слоя, представленная одной или группой растительных ассоциаций, близких по флористическому составу.

Внутригодовое распределение стока – распределение стока по частям года (сезонам, месяцам, декадам); обычно выражается в долях или процентах от величины годового стока.

Воднобалансовая станция – специализированная гидрометеорологическая станция, ведущая детальное комплексное изучение всех элементов водного баланса водосборов и отдельных участков местности, а также наиболее важных природных факторов, обуславливающих формирование составляющих водного баланса.

Водность – относительная характеристика стока за определённый интервал времени по сравнению с его средней многолетней величиной или величиной стока за другой период того же года.

Водный баланс – соотношение прихода и расхода воды с учётом изменения её запасов за выбранный интервал времени для рассматриваемого объекта.

Водный режим – изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах и почвогрунтах.

Водосбор (бассейн) – часть земной поверхности и толща почв и горных пород, откуда вода поступает к водному объекту. Выделяют поверхностный и подземный водосборы.

Водораздел – граница (линия раздела) между водосборами (бассейнами) рядом расположенных водных объектов. Различают поверхностный и подземный водоразделы.

Водоток – обобщенное понятие водных объектов, характеризующихся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.

Водохозяйственная деятельность – деятельность граждан и юридических лиц, связанная с использованием, восстановлением и охраной водных объектов.

Гидрографическая сеть поверхности суши – система постоянно и временно действующих водотоков и озер.

Гидрологическая сеть – совокупность гидрологических постов, размещенных на определенной территории.

Гидрологические характеристики – количественные оценки элементов гидрологического режима.

Гидрометеорологическая болотная станция – специализированная гидрометеорологическая станция, на которой ведутся наблюдения за элементами водного и теплового баланса болотного массива.

Гидрографические характеристики – совокупность морфометрических и морфологических характеристик водных объектов и их водосборов, дающих достаточно полное представление о характере, форме, размерах, протяженности водных объектов и некоторых физико-географических особенностях их водосборов.

Гидрологические наблюдения – систематические и эпизодические наблюдения (измерения) за гидрологическими характеристиками и элементами водного режима.

Гидрологический пост – пункт на водном объекте, оборудованный устройствами и приборами для проведения систематических гидрологических наблюдений.

Гидрометрический створ – закреплённый на местности поперечник через реку, на котором измеряются расходы воды.

Гидромелиорация – система мероприятий по регулированию водного режима земель, направленная на улучшение их состояния.

Деятельный горизонт болота – слой активного тепло- и водообмена в болоте, являющийся переходным от торфяной залежи к поверхности растительного мохового

покрова в моховых и древесно-моховых микроландшафтах или к поверхности плотных сплетений корневищ в травяной, тростниковой, древесно-травяной и древесной группах микроландшафтов. Нижней его границей является средний многолетний минимальный уровень болотных вод.

Заболоченные земли – болото с минеральными почвами или отложениями торфа не более 0,3м в неосушенном состоянии.

Заболоченность территории – отношение площади болот и заболоченных земель к общей площади рассматриваемой территории.

Коэффициент вариации – безразмерный статистический параметр, характеризующий изменчивость случайной величины во времени или пространстве; представляет собой отношение среднего квадратического отклонения величины к её среднему значению.

Максимальный сток – объем или слой речного стока, наблюдающийся в половодье или паводки.

Межень – фаза водного режима реки, в течение которой наблюдается низкая водность.

Межень зимняя – период стока воды, ограниченный временным отрезком от появления в русле реки ледовых образований до начала половодья.

Межень летняя (летне-осенняя) – период от конца половодья до осенних паводков, а при их отсутствии – до начала зимней межени, то есть до появления на реке ледовых явлений.

Меженный сток – речной сток в течение меженного периода.

Минимальный сток – наименьший по величине речной сток, обычно наблюдающийся в меженные периоды. Различают минимальный суточный сток и средний минимальный сток за 30-ти суточный (реже 25-суточный) период.

Озерность водосбора – наличие озер на водосборе, количественно характеризуемое отношением суммарной площади водной поверхности озер и других водоемов к площади водосбора реки.

Паводок – фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, относительно кратковременным, увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

Пересыхающий (перемерзающий) водоток – водоток, поверхностное движение воды в котором прекращается на меньшую часть определенной фазы (межени) гидрологического цикла.

Подземное питание – приток подземных вод в водные объекты.

Половодье – фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъёмом уровня воды, и вызываемая дождями или снеготаянием.

Расчётная гидрологическая характеристика – статистическая оценка гидрологических характеристик, которая используется при строительном проектировании.

Расчётная обеспеченность – обеспеченность гидрологической характеристики, принимаемая при строительном проектировании для установления значения параметров гидрологического режима, определяющих проектные решения.

Сток – движение воды по поверхности земли, а также в толще почв и горных пород в процессе круговорота ее в природе. При расчетах сток характеризуется величиной стока, которая показывает количество воды, стекающей с водосбора за какой-либо интервал времени и обычно выражается в виде объема, модуля или слоя стока. Различают поверхностный, склоновый, почвенный, русловой, речной, местный, дождевой сток. Речной сток – количество воды, протекающее в речном русле за какой-либо период времени.

Тренд линейный – однонаправленное, монотонное изменение средней величины.

Уровенный пост – гидрологический пост с ограниченной программой гидрологических наблюдений, на котором не проводятся измерения расходов воды.

Уровень воды – высота поверхности воды, отсчитываемая относительно некоторой постоянной плоскости сравнения.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

абс.	– Принятая абсолютная система высот, не приведённая к единой Балтийской системе
б.	– балка
БС	– Балтийская система высот
ВФ «ГГИ»	– Валдайский Филиал «Государственного гидрологического института»
д.	– деревня
ЕРВ	– ежедневные расходы воды
ЕТР	– Европейская территория России
кг/м ³	– килограммы на метры кубические
км ²	– квадратный километр
ЛЭГиМГП	– лаборатория экспериментальной гидрологии и моделирования гидрологических процессов
м абс.	– абсолютная отметка в метрах
м ³ /с	– кубические метры в секунду
обл.	– область
пос.	– поселок
р.	– река
Росгидромет	– Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
РФ	– Российская Федерация
с.	– село
скв.	– скважина
А	– площадь водосбора, км ²
Сv	– коэффициент вариации
↑	– рост
↓	– снижение

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА

1.1 Воднобалансовые станции

Воднобалансовые станции относятся к разряду специализированных станций Росгидромета, предназначенных для многолетнего мониторинга процессов влагооборота, детального комплексного изучения всех элементов водного баланса водосборов и отдельных участков местности, а также наиболее важных природных факторов, обуславливающих формирование водного и теплового режима в различных природных зонах.

В соответствии с требованиями «Руководства воднобалансовым станциям» [1] программа работ на них включает в себя наблюдения за метеорологическими элементами, радиационным и тепловым балансом, атмосферными осадками, снежным покровом, стоком воды, испарением с различных видов поверхностей, запасами влаги в почвогрунтах и динамикой их промерзания и оттаивания, а также уровнями грунтовых вод.

1.1.1 Нижнедевицкая воднобалансовая станция

Нижнедевицкая воднобалансовая станция организована в 1948 году. Станция расположена в верхней части водосбора р. Девица, правобережного притока р. Дон, в пределах Нижнедевицкого района Воронежской области, в 60 км западнее г. Воронежа в лесостепной зоне ЕТР.

Водосбор р. Девица граничит: на севере – с водосбором: р. Ведуга, правым притоком р. Дон, на северо-западе и частично западе – с водосбором р. Олым, правым притоком р. Сосны (р. Сосна – р. Дон), на западе и юго-западе с водосбором р. Убля, левым притоком р. Оскол (р. Сокол – р. Сев. Донец – р. Дон), на юге – с водосборами рек Потудань и Нижняя Девица, правыми притоками р. Дон.

Район работ станции относится к южной части лесостепной зоны и по характеру рельефа представляет волнистую равнину, изрезанную глубокими долинами рек, ручьев и временных водотоков. Склоны долин обычно выпуклые, плавно переходят в слабо пологие приводораздельные пространства. Склоны и приводораздельные пространства изрезаны оврагами и балками. Высотные отметки района расположения станции находятся в пределах от 120 до 260 м абс.

Геологическое строение бассейна р. Девицы характеризуется распространением четвертичных отложений, представленных слоистыми, песчаными ледниковыми глинами и суглинками, содержащими гальку и валуны. Во время таяния снега весенние воды размывают толщу ледниковых отложений, оплывание которых образует ступенчатые оползни на отдельных участках склонов оврагов и долины р. Девицы.

В районе расположения станции обнаруживается три основных водоносных горизонта: 1) наиболее высокий горизонт, приуроченный к четвертичным суглинкам; 2) водоносный горизонт, приуроченный к пескам, залегающим на суглинках и серо-зеленых глинах третичного яруса; 3) водоносный горизонт меловых отложений (сеноман-альба).

Почвенный покров представлен преимущественно типичными мощными, местами обыкновенными, черноземами. На склонах долин и балок, покрытых древесной растительностью, почвы представлены деградированными и частично выщелоченными черноземами. Растительный покров относится к полосе разнотравных степей с дубравами.

Гидрографическая сеть развита и представлена рекой, ручьями, логами, оврагами и небольшими прудами. Осенью 1969 года в 2,8 км выше гидрологического поста р. Девица – с. Товарня построено водохранилище с площадью зеркала 60 га. В пойме реки встречаются небольшие заболоченные участки.

Метеорологическая площадка расположена в северной части с. Нижнедевицк, на пологом склоне южной экспозиции руч. Ясенок в 0,2 км от водораздела. Окружающая площадку местность – волнистая равнина, характеризующаяся чередованием приводораздельных пространств и долин балок, руч. Ясенок и р. Девица. Абсолютная высота площадки 186 м. В радиусе 5 км отметки колеблются в пределах от 140 м (пойма р. Девица) до 245 м (водораздельная равнина в 5 км к западу от площадки). К площадке с юга и востока примыкают огороды. В 100 м к востоку расположен сад с высотой деревьев 5-12 м и одноэтажный дом высотой 6 м. В 25 м к западу и юго-западу расположен жилой дом в 2 этажа. Северо-западнее площадки в 140 м расположено 4-этажное здание больницы. На северо-востоке в 25-30 м расположено жилое здание в 2 этажа.

Район работ станции характеризуется умеренно континентальным климатом. Средняя годовая сумма атмосферных осадков за период с 1948 по 2019 год составляет 566 мм (с поправкой на смачивание осадкомерного ведра). Большая часть осадков выпадает в теплый период года. Распределение осадков по месяцам в отдельные годы бывает крайне неравномерным. В теплый период года месячную величину осадков иногда составляют один-два ливневых дождя с большой интенсивностью. Наибольшей интенсивностью отмечаются дожди в период мая-августа, когда их величина достигает 1,60-2,80 мм/мин. Дожди с такой интенсивностью способствуют эрозионной деятельности и вызывают паводки с очень высокими уровнями воды. На крутых обнаженных склонах оврагов и балок происходит размыв почвы. Средняя годовая температура воздуха составляет 6,3°C. В летний период, начиная с мая, наблюдаются засухи и суховеи. Самым жарким месяцем является июль, наиболее холодным - январь.

Расположение пунктов с наиболее длительным периодом наблюдений показано на схеме территории деятельности станции (Приложение А.1). Основные сведения о водосборах приведены в приложении А.7 и ниже.

Лог Малютка является левобережным притоком ручья Першинский, в который впадает в 6 км от его устья. Водосбор вытянут с севера на юг. Водораздельная линия нижней части водосбора выражена нечетко. Окончательное уточнение водораздельной линии в нижней части водосбора произведено в 1965 г. в период весеннего половодья и она закреплена земляным валом. Площадь водосбора равна 0,05 км². Верхняя равнинная часть водосбора имеет уклоны 3-5%, ниже склоны приобретают крутизну до 200%. Высоты на водосборе колеблются от 154 м до 184 м. Средняя высота водосбора составляет 175 м БС. Вся площадь водосбора занята пашней. В последние годы водосбор не распахивается, в результате чего произошло его зарастание луговой растительностью.

Лог Долгий является правобережным притоком руч. Ясенок. Водосбор лога площадью 2,57 км² имеет овальную, вытянутую с запада на восток форму. Склоны водосбора имеют преимущественно северную и южную экспозиции. Водосбор лога делится на две резко различные между собой части: периферийную распаханную равнину со слабыми уклонами и долину с крутыми склонами, занятую лесом. Лес занимает 44% площади водосбора. Под пологом леса густой травяной покров. Мощность лесной подстилки 2-3 см. На дне долины, в верховье лога, имеется заболоченный луг. Выгон и луговина составляют 7% от площади водосбора. На правом склоне долины в 0,3 км выше гидрометрического сооружения имеется овраг. Небольшие овраги имеются в верхней облесенной части лога. Русло лога глубиной 1-2 м в отдельных местах теряется на сравнительно широком дне долины. По долине имеется несколько уступов высотой до 1 м [2].

Сток воды изучался на двух указанных выше водных объектах, периодически действующих только во время весеннего снеготаяния, при выпадении интенсивных и продолжительных дождей в теплое время года, а также в зимний период во время оттепелей, сопровождающихся снеготаянием, а иногда дождями.

На водотоках сток воды изучался с помощью гидрометрических сооружений, оборудованных установками самописцев уровня воды «Валдай». Внутри колодцев установок самописцев закреплены крючковые рейки для обеспечения отсчетов уровня воды с точностью до 1 мм. Сообщение русел водотоков с колодцами осуществляется через соединительные щели или в сочетании их с трубой.

1.1.2 Воднобалансовая станция Каменная Степь

Воднобалансовая станция Каменная Степь организована в 1950 году. Она расположена в степной зоне ЕТР на водосборе р. Чигла (левобережного притока р. Битюг), на водораздельных участках притоков р. Чигла – балок Озерки и Таловая, в южной части Таловского района Воронежской области. Основные наблюдения производились на территории землепользования научно-исследовательского института сельского хозяйства (НИИСХ) им. В.В. Докучаева, опытно-производственного хозяйства «Докучаевское» и федерального государственного унитарного предприятия «Знамя Октября».

Рельеф района представляет собой слабо всхолмленную равнину, расчлененную пологими ложбинами и балками, глубина вреза которых достигает 15-20 м. Средняя высота территории около 185 м абс., наиболее возвышенные участки имеют отметки 195-200 м, самые низкие – у дна балки Таловая - 135-140 м.

Особенностью района ВБС Каменная Степь является большое количество лесных полос различных возрастов, конструкций и назначения. Большая их часть имеет широтное и меридиональное направление на территориях с малыми уклонами на водоразделах. Такие полосы способствуют аккумуляции снеготпасов зимой и служат защитой от суховеев летом, тем самым улучшая микроклимат и влагообеспеченность межполосных полей. Лесополосы в балках и на их склонах имеют противоэрозионное назначение. Самые старые лесополосы заложены в 90-е годы XIX века в период работы Особой экспедиции под руководством В.В. Докучаева, самые молодые – в 1950-1960-е годы. Ширина полос – от 15 до 200 м, длина – от 100 до 1300 м. Система лесополос делит пахотные угодья на прямоугольные (реже - трапециевидные) участки от 8 до 60-100 га. Состав насаждений, конструкция лесополос со временем менялись рубками ухода, а также в зависимости от требований сельскохозяйственного производства и агролесомелиоративной науки. В результате за более чем вековой период существования искусственно созданного ландшафта на территории Каменной Степи сложился своеобразный микроклимат и водный режим.

В геологическом строении территория представлена отложениями четвертичного периода, ниже которых залегают третичные палеогеновые и неогеновые пески и глины, а под ними – мел, подстилаемый кварцевыми песками и фосфоритовой галькой. Четвертичные отложения в основном образованы в период Днепровского оледенения. Мощность морены составляет от 3-5 до 32 м, а глубина ее залегания – от 2 до 22 м. Моренные отложения представлены суглинками и глинами от зеленовато-бурого до

кирпично-красного цвета, содержат валуны северных кристаллических пород, местных третичных песчаников, гнезда песка, прослойки красной глины, известняки. Почвообразующими породами Каменной Степи являются желто-бурые глины, местами валунные глины и лессовидные палево-бурые покровные суглинки.

На территории Каменной Степи выделяются 9 основных видов почвы, в том числе: обыкновенный чернозем плато и пологих склонов; смытый чернозем крутых склонов; обыкновенный выщелоченный чернозем; дерново-подзолистые почвы; солонцы; обыкновенный солонцеватый чернозем; солончаковые почвы; аллювиальные черноземные почвы пойм.

Мощность гумусового горизонта наиболее распространенных обыкновенных черноземов составляет 30-80 см.

Грунтовые воды верхнего водоносного горизонта в районе станции залегают в основном на глубинах от 3 до 10 м на водоразделах и склонах, а в прирусловой части балок – на 1-3 м. Самые низкие уровни грунтовых вод наблюдаются обычно в период с августа по октябрь, наивысшие, вплоть до выклинивания на дневную поверхность – после схода снежного покрова, обычно в апреле. В отдельные годы с избыточным увлажнением осенью и мощными оттепелями зимнего периода уровни грунтовых вод могут достигать отметок весеннего подъема уже в ноябре-декабре.

Высотные отметки поверхности морены и зеркала грунтовых вод увеличиваются снизу вверх по водосбору, а уклоны и направления движения грунтовых вод в целом соответствуют уклонам поверхности водосборов.

Метеорологическая площадка расположена в 1 км северо-западнее от поселка Института им. Докучаева, в центральной части поля, на равнинном участке приводораздельного плато со слабым уклоном к ЮЗ, с абсолютной отметкой 193 м. Подстилающая поверхность – многолетняя залежь с естественным лугово-степным разнотравьем. Почва – обыкновенный чернозем. Окружающая площадку территория – слабо всхолмленная равнина с отметками в радиусе 1 км – 185-195 м, в радиусе 5 км – 140-205 м абс. В 3 км к востоку, в балке Таловая, находится водохранилище руслового типа протяженностью 4-5 км с юга на север, с отметками уреза воды 140-145 м. В окрестностях метеоплощадки территория в широтном и меридиональном направлениях пересекается лесополосами. Ближайшие из них находятся в 400 м на востоке и западе. В 300 м к северу находится многолетняя залежь с кустарниковой и древесной порослью. В 100 м к югу от площадки начинается поселок станции с жилыми, хозяйственными и служебными строениями. Со всех сторон на расстоянии 20-30 метров от ограды метеорологическая площадка окружена пахотными землями. Грунтовые воды залегают на

глубине 2-4 м, в засушливые годы понижаются до 5,0-5,5 м. Весной их уровни могут повышаться до 0,2-0,4 м от поверхности, в очень многоводные годы вода может выклиниваться на поверхность в южной пониженной части площадки в течение 1-2 недель.

Климат Каменной Степи континентальный, с жарким летом и умеренно холодной зимой. Самый холодный месяц – январь, самый теплый – июль. Средняя годовая температура воздуха 6,5°C. Для Каменной Степи характерны зимние оттепели, с повышением температуры иногда до 8-10°C тепла, что приводит к таянию, а порой сходу снежного покрова. Годовая сумма осадков – 487 мм (с поправкой на смачивание осадкомерного ведра), из них 75% выпадает в жидкой фазе, остальные – в твердой и смешанной. В течение года наибольшее количество осадков бывает в июле, наименьшее в марте. Распределение осадков от года к году и внутри года весьма неравномерно.

В пределах наблюдательной сети станции нет орошаемого земледелия с конца 1980-х годов. Водная эрозия в Каменной Степи проявляется местами в период половодья и сильных ливней на участках пашни с крутыми склонами. В последние десятилетия сток наносов по этим балкам практически отсутствует из-за зарастания прирусловых склонов сорными травами и древесной растительностью, где аккумулируются смытые частицы почвы.

Расположение пунктов с наиболее длительным периодом наблюдений приведено в Приложении А.2.

В связи с реорганизацией сети с 01.01.1992 г. воднобалансовые исследования были прекращены, пункты наблюдений закрыты, оборудование демонтировано, штат сокращен, станция переведена в разряд М-2 с типовой программой метеонаблюдений. С 01.07.1993 г. по инициативе ГГИ работы по водному балансу были возобновлены на водосборах балок Степная и Солонцы, станции возвращен статус воднобалансовой. Общие сведения о водосборах балок Степная и Солонцы помещены в приложение А.7.

Балка Степная – правобережный приток балки Осиновая, которая, соединяясь с балкой Озерки, впадает в р. Чигла. Водосбор площадью 1,92 км² имеет форму неправильного эллипса, вытянутого с ЮВ на СЗ по направлению водотока. Длина водосбора 1,9 км, средняя ширина около 1 км. Рельеф пологий, расчленен двумя слабо врезанными балками, сливающимися в 100 м выше поста. Склоны сильно выположены пахотой. Перед дамбой со встроенными в нее гидросооружениями до 1950 г. располагался пруд, залившийся к моменту обустройства гидрологического поста. Лесополосы окаймляют водосбор со всех сторон и пересекают его в поперечном направлении. Основные лесополосы, заложенные в 1937-1938 гг., делили водосбор на две межполосные

клетки площадью до 100 га каждая. В 1964 г. были заложены две дополнительные лесополосы поперек водосбора, после чего площадь межполосных полей уменьшилась до 50 га. Все поля распаханы, за исключением прирусловых склонов шириной до 50 м, которые заросли травами, местами отдельными деревьями и кустарником, в притальвежной части – луговой и болотной растительностью. Нижняя оконечность водосбора на расстоянии 200 м выше поста превратилась в многолетнюю залежь с признаками заболачивания, заросшую осокой и рогозом, где почвы представлены солонцами и обыкновенным солонцеватым черноземом.

Распределение снежного покрова на водосборе балки Степной всегда относительно равномерно в силу его высокой защищенности, а в нижней облесенной части – исключительно равномерно. Подземные воды в засушливые годы залегают на глубине до 8-9 м в верхней части водосбора, до 5-6 м в средней и до 4 м в нижней части. Малые уклоны, высокая влагопоглощительная способность почв под лесным массивом обеспечивают полный перехват ливневого стока и всех фракций смытой почвы с полевой части водосбора. Сход снега в лесополосах происходит позже, чем в поле. Талые воды накапливаются здесь под снегом и быстро поглощаются лесной подстилкой и почвой [3].

В годы с высоким увлажнением грунтовые воды достигают поверхности на склонах балки Степной и выклиниваются в русло. Пашня занимает 91% от общей площади водосбора, облесенность до 1960-х годов составляла 4%, в последние 50 лет – 6%. Преобладающий тип почвы – обыкновенный чернозем.

Балка Солонцы – правобережный приток балки Озерки, впадающей в р. Чигла. Водосбор площадью 0,25 км² сильно вытянут с востока на запад, длина его 1,1 км, средняя ширина 0,23 км. Рельеф весьма пологий, русло балки слабо выражено и ежегодно распахивается. Водосбор со всех сторон обрамлен лесополосами 100-летнего возраста. Почва – обыкновенный чернозем, в нижней трети водосбора – солонцеватый. На засоленном участке водосбора в 1953 г. было произведено землевание черноземом слоем 20 см, после чего на нем высажен сплошной лесной массив. В результате облесенность водосбора увеличилась до 36%.

Сток через гидросооружения возникает тогда, когда интенсивность снеготаяния выше скорости просачивания или почва под лесом уже насыщена водой. В связи с этим максимум половодья на балке Солонцы обычно проходит позже, чем на балке Степная.

Систематические наблюдения за стоком на балках Степная и Солонцы производятся непрерывно с 1950-х годов, за исключением 1992-1993 гг. Комплексные и целенаправленные наблюдения за элементами водного баланса на водосборах, с последующими расчетами, велись с 1970 по 1991 гг. и с 1994 по 2015 гг. Водомерные

посты на обеих балках оборудованы гидрометрическими сооружениями, состоящими из треугольных тонкостенных водосливов, смонтированных в железобетонную стенку. Выше водосливов устроены бетонные подводящие лотки, соединенные каналом с бетонными колодцами, над которыми в гидрометрических будках установлены крючковые рейки и самописец уровня воды «Валдай». В последние годы в связи с систематическими случаями вандализма, порчи и хищения СУВ и оборудования постов, самописцы устанавливаются только на короткий период прохождения основного объема стока талых вод, в остальное время уровни измеряются по рейкам при посещении поста техником. В исключительно маловодные 2011-2015 гг. СУВ не устанавливались.

1.1.3 Подмосковная воднобалансовая станция

Воднобалансовая станция Подмосковная организована в 1946 году. Назначение станции – мониторинг гидрологического режима и получение информации для исследования процессов формирования влагооборота в зоне смешанных лесов Европейской территории России.

Станция осуществляет изучение гидрологического режима водных объектов в бассейне р. Медвенки (правого притока р. Москвы). Водосбор р. Медвенки, общая площадь которого 40 км², расположен к западу от г. Москвы в пределах Одинцовского района Московской области. Река Медвенка берет начало в заболоченной местности около ж.-д. станции Жаворонки. Бассейн р. Медвенки граничит с бассейном р. Слезни, а на востоке – с бассейном р. Самынки (обе – правые притоки р. Москвы). С юга бассейн р. Медвенки граничит с водосбором рек Малая Вяземка, Незнайка и Ликова, являющихся притоками р. Пахры.

Расположение пунктов наблюдений, данные по которым были проанализированы, показано в Приложении А.3.

Рельеф бассейна р. Медвенки пологоволнистый в верхней (южной) части водосбора и изрезанный густой сетью рек, ручьев и логов в средней и особенно нижней (северной) части. Резкое изменение рельефа объясняется близостью глубоко врезанной долины р. Москвы. Амплитуда высот русла водотока составляет около 55 м при его длине 12,2 км.

Река Закза – правый приток р. Медвенки. Площадь водосбора до гидрометрического створа – 17 км². В бассейне р. Закзы ведутся строительные работы. Имеется каскад больших прудов, вследствие чего водный и химический режим реки нарушен. Многолетний ряд данных по стоку р. Закзы и р. Медвенки – ниже устья р. Закзы – неоднороден: в период 1947-1965 режим может рассматриваться как ненарушенный, а

после 1965 года нарушенный хозяйственной деятельностью на водосборе. В связи с этим с 1974 года прекращены наблюдения в замыкающем створе на р. Медвенке – ниже устья р. Закзы.

Геологическое строение бассейна сложное. Выше отложений нижнемелового возраста залегают четвертичные отложения, соответствующие трем этапам оледенения в Подмосковье. Коренными породами являются скальные породы каменноугольного возраста, представленные известняками. На большей части бассейна преобладающими породами являются покровные образования, представленные плотными безвалунными суглинками или, реже, супесями, иногда заметно слоистыми. Мощность покровных суглинков колеблется от 2,5-3,0 м на водоразделах до 1,0-1,5 м в нижних частях склонов. Наиболее распространены в бассейне легко- и среднесуглинистые, преимущественно дерново-слабоподзолистые, почвы. Обладая сравнительно однородным механическим составом и являясь почвообразующей породой, покровные суглинки оказывают большое влияние на инфильтрационные свойства почвогрунтов и на процесс стока талых и дождевых вод.

Растительный покров состоит из лесов, лугов и культурной сельскохозяйственной растительности. В последнее десятилетие водосборы станции все больше занимают коттеджные постройки, в результате чего утрачен ряд объектов и пунктов наблюдений. В настоящее время характер леса сильно нарушен хозяйственной деятельностью. Луга сохранились лишь по долинам рек и ручьев, тальвегам логов, а также на слабо заболоченном участке в верховье р. Медвенки.

Подземные воды по условия залегания и формирования делятся на водоносные горизонты: грунтовые воды; межморенный полунапорный; надъюрский напорный; средне карбоновый напорный; нижекарбоновый напорный.

В питании р. Медвенки, ручьев и некоторых логов участвуют три первых водоносных горизонта. Они генетически и гидравлически связаны между собой. Главным источником их питания являются атмосферные осадки. Пополнение запасов грунтовых вод происходит в основном весной, а в остальное время года наблюдается постепенное их расходование из всех водоносных горизонтов.

Условия формирования речного стока отличаются большой изменчивостью в разных типах ландшафта. На гидрологический режим оказывается антропогенное воздействие, которое выражается в следующем: 1) относительно высокий процент площади, занятой населенными пунктами; 2) наличие прудов и временных запруд; 3) изменение сельскохозяйственной освоенности территории; 4) увеличение рекреационной нагрузки [4].

Основные сведения о водосборах приведены в приложении А.7.

1.1.4 Валдайский филиал ГГИ

Валдайская стоковая станция создана ГГИ в 1933 г. и преобразована позднее в Валдайскую научно-исследовательскую гидрологическую лабораторию (ВНИГЛ), Валдайский филиал ФГБУ «ГГИ».

Исследования проводились в центральной части Валдайской возвышенности, которая относится к зоне южной европейской тайги. Валдайская возвышенность характеризуется холмисто-моренным ландшафтом с выраженным чередованием холмов различной высоты и формы, и заболоченных понижений. На отдельных участках холмы сменяются грядами и слабоволнистой равниной, а местами – верховыми болотами. Центральная и южная часть территории исследования размещена на гребне Валдайской возвышенности на высоте 200-225 м над уровнем моря.

Геологическое строение района характеризуется породами верхнего девона, нижнего карбона и четвертичного возраста. Четвертичные отложения представлены преимущественно валунными суглинками с прослойками песка и гравия.

Почвогрунты в основном сформировались в песчаных, супесчаных, суглинистых и болотных отложениях. Почвы слабоподзолистые, скрытоподзолистые и среднеподзолистые.

Растительный покров представлен в основном елово-лиственничными лесами с массивами лесов на песчаных почвах. Облесенность района исследований составляет около 70%.

Метеорологическая площадка находится на северной окраине г. Валдая на территории усадьбы филиала ГГИ, в 300 м от уреза западного плёса Валдайского озера. Площадка расположена на пологом юго-восточном склоне лога Приусадебного в средней его части, в 100 м от русла лога.

Район исследования характеризуется избыточным увлажнением. Годовое количество осадков составляет 730 мм. Максимумы осадков 83-88 мм наблюдаются в летние месяцы. На распределение осадков по территории большое влияние оказывает орография местности. На наветренных склонах Валдайской возвышенности выпадает больше осадков, чем на подветренных склонах и понижениях за возвышенностью. Средняя годовая температура воздуха в районе Валдая составляет 4,0°C. С ноября по март на Валдае удерживается отрицательная средняя месячная температура воздуха. Для зимнего периода характерна неустойчивость погодных условий, резкие и значительные потепления. Самый холодный месяц – январь. Годовой абсолютный температурный

максимум в большинстве случаев приходится на июль.

В приложении А.4 представлена схема расположения экспериментальных водосборов на малых водотоках ВФ ГГИ. Ниже дано краткое описание основных экспериментальных водосборов (лог Усадьевский, лог Таежный и бассейн р. Полометь).

Водосбор лога Усадьевского считается полевым водосбором и характеризуется пересеченным холмистым рельефом. Лог является левобережным притоком р. Поники, соединяющей озеро Нерецкое с озером Валдайским. Склоны водосбора имеют преимущественно западную и юго-западную экспозицию. Положительные формы рельефа, как правило, сложены толщей моренного суглинка, перекрытого слоем супеси толщиной 0,3-0,5 м. Исключение составляют небольшие участки водосбора в нижней части склонов, сложенные разнородными песками с включениями гравия и гальки мощностью до нескольких метров. На заболоченных участках торфяная залежь подстилается глиной. Мощность торфяной залежи на заболоченных участках тальвега обычно составляет 0,5-0,7 м, а местами возрастает до 1-2 м.

Для бассейна лога Усадьевского характерно неглубокое залегание грунтовых вод, что объясняется близким расположением суглинка к дневной поверхности. Рельеф зеркала грунтовых вод в сглаженной форме повторяет рельеф поверхности земли.

По данным на 1980 года площадь, занятая пашней, составляла 50% от площади водосбора, лугами 31%, болотами 16% и лесом 3%. В настоящее время сельскохозяйственное использование водосбора прекращено, и часть его постепенно покрылась кустарником.

Сток с водосбора измерялся с помощью тонкостенного треугольного водослива, смонтированного в железобетонное сооружение.

Лог Таежный впадает в озеро Валдайское. Водосбор характеризуется мелко-холмистым рельефом. Относительное превышение холмов над заболоченными понижениями составляет 6-8 м. Бассейн сложен мореными суглинками, в большинстве случаев покрытыми супесчаными отложениями мощностью до 0,5 м; преобладающая мощность суглинистой толщи 3,0 м, наибольшая – 8,4 м. В юго-восточной части бассейна суглинистый покров местами разорван, и до глубины более 5 м залегают разнородные пески. Подобные пески повсеместно подстилают суглинистую толщу. Заболоченные понижения подстилаются пластичными глинами. Мощность торфяной залежи болот достигает 3-4 м. Водоупор, на котором формируются грунтовые воды, залегает на глубине от 0,5 до 5 м. Площадь болот составляет 11% территории водосбора.

Для измерения стока используется тонкостенный треугольный водослив с углом выреза 90°.

Водосбор лога почти полностью покрыт лесом. Основным типом леса является ельник-кисличник с возрастом древостоя 100-110 лет. Кроме ели на водосборе встречается сосна. На возвышенных участках произрастают сосняки орляково-кисличниковые, а на пониженных местах, занятых болотами - сосняки сфагновые. На большей части водосбора распространены подзолистые почвы.

Река Полометь вытекает из оз. Русского. Впадает в р. Полу в 111 км от ее устья. Высота истока 188 м над уровнем моря. В верхнем течении р. Полометь протекает по сильно облесённой местности, в нижнем течении - среди болот. Русло Поломети на всём протяжении извилистое, неразветвлённое, ширина до 25 м, глубина 0,5–2 м, дно реки песчаное, с отдельными каменистыми вкраплениями.

Бассейн р. Полометь до замыкающего створа в д. Дворец имеет площадь 432 км², из которых от 6 до 12% (по данным за различные годы) занимают сельскохозяйственные угодья, около 2% - озера, 4% - болота, остальная территория покрыта лесом. Почвенный покров бассейна в основном представлен двучленными супесчано-суглинистыми (71% от площади) и торфяно-болотными (18%) отложениями. Характерной особенностью бассейна является расчлененный холмистый рельеф Валдайской возвышенности с перепадом высот от 296 м (Рыжоха) до 154 м (Дворец) и далее до 69 м вниз по долине реки [5].

Гидрометрические створы оборудованы гидрометрическими мостиками, дистанционными механическими устройствами для измерения расходов воды (ГР-70) люлечной переправой. Водомерные посты состоят из металлических свай и железобетонных реперов. Самописцы уровня воды «Валдай» и ГР-38 устанавливались в будках над бетонными колодцами, соединяющимися с рекой трубами различного диаметра. В настоящее время используются автоматические гидрологические комплексы (гидростатические, барботажные).

Помимо экспериментальных водосборов, наблюдательных площадок и других объектов в 1952 году в Валдайском филиале ГГИ был организован специальный водноиспарительный полигон с наблюдениями по континентальным и плавучим испарителям ГГИ-3000, испарительным бассейном площадью 20 м².

Основные сведения об указанных экспериментальных водосборах приведены в приложении А.7.

1.2 Болотные станции

1.2.1 Болотная станция Зеленогорская (Ламмин-Суо)

Болотная станция создана по Распоряжению СНК СССР (1945 г.) в составе Главной экспериментальной базы (ГЭБ ГГИ). Зеленогорская болотная станция, в настоящее время

- Зеленогорская полевая экспериментальная база (ЗПЭБ) начала функционировать в 1950 году. Станция расположена в 2,5 км к западу от пос. Ильичёво Выборгского района Ленинградской области. Объектом для проведения экспериментальных исследований на болотах выбран болотный массив Ламмин-Суо.

Болото расположено в котловине на водоразделе реки Сестры и озера Большое Симагинское. В плане оно имеет вытянутую форму, длина его 2 км, ширина 1 км, площадь около 2 км². Это болото представляет собой простой резко выпуклый болотный массив центрально-олиготрофного хода развития, генетический центр которого несколько смещен к северу. Превышение купола над окрайками болота составляет около 3 м.

Местность, окружающая болото, характеризуется холмисто-котловинным камовым рельефом. Небольшие холмы, высотой 10-15 м, чередуются с замкнутыми впадинами, озовые гряды – с заболоченными долинами ручьев. Четвертичные отложения представлены преимущественно песками с прослойками и линзами глин, которые подстилаются докембрийскими палеозойскими породами.

Большая часть поверхностного стока с болотного массива стекает в реку Сестру. Гидрографическая сеть болота Ламмин-Суо состоит из пяти ручьев и одного временного водотока, дренирующих массив (приложение А.5). Гидрография объекта исследований также представлена тремя болотными озерами и четырьмя заросшими озерами с водными линзами внутризалежного залегания.

Гидрографические характеристики водотоков, дренирующих болотный массив Ламмин-Суо, представлены в таблице 1.1 и в приложении А.7.

Таблица 1.1 - Гидрографические характеристики ручьев

Ручей	Площадь водосбора, км ²	Лесистость (суходол+болото), %	Заболоченность %	Озерность %
Южный	1,18	31,4 (8,5+22,9)	91,5	0,0
Западный-1,2	0,32	78,4 (28,1+50,3)	66,3	5,6
Северный	0,37	93,5 (17,3+76,2)	78,6	4,1
Восточный	0,10	36,0 (18,0+18,0)	82,0	0,0

В таблице 1.2 представлена типология болотных ландшафтов на водосборных площадях рассматриваемых ручьев. Истоки всех ручьев, вытекающих из болотного массива, формируются на его окрайках в полосе шириной 10-30 м, где образуется ложбина, концентрирующая сток болотных вод. Открытое русло водотока появляется только на выходе из болота (рисунок 1.1 и приложение А.5).

Таблица 1.2 - Состав и площадь болотных ландшафтов на водосборах ручьев

Ручей	Группа болотных микроландшафтов, %				
	Лесные	Мохово-лесные	Моховые	Мохово-травяные	Комплексные
Южный	17	9	>1	52	12
Западный-1,2	19	16	15	16	<1
Северный	11	24	22	8	14
Восточный	9	45	-	16	12

Исток ручья Южный формируется на юго-восточной окрайке болотного массива. Поверхностный сток с южной части болота концентрируется в полой ложбине, которая переходит в русло руч. Южный. Далее водоток по подводящему каналу верхнего бьефа гидрометрического сооружения пересекает земляную дамбу. Стоковый пост оборудован гидрометрическим лотком пропускной способностью 1 м³/с. В меженные периоды сток измеряется с помощью треугольного водослива с углом выреза 90°.



Рисунок 1.1 – Сетка линий стекания с болотного массива Ламмин-Суо

Ручей Северный вытекает из северо-восточной части болотного массива, прорезая низкий оз и впадает в небольшое межозовое низинное болото, на котором русловой врез практически теряется. На выходе из этого болота установлен шпунтовой ряд, перекрывающий узкую долину ручья. В конце подводящего канала установлен тонкостенный водослив с углом выреза 90° с успокоительным бассейном. Далее ручей выходит на относительно широкую заболоченную долину ручья Болотный, где и впадает в него.

Ручьи Западный-1 и Западный-2 дренируют западную часть болотного массива Ламмин-Суо. Стекающие к окрайке болота воды, попадают на примыкающий к нему заболоченный лес, в котором проложены осушительные каналы. Две такие каналы и перехватывают поступающий с болота сток. Выходя на более высокий участок, их сток принимают в себя подводящие каналы гидрометрических сооружений Западный-1 и Западный-2 с установленными на них тонкостенными водосливами с углом выреза 90° .

Ручей Восточный вытекает из северо-восточной окрайки болота и впадает в болотное урочище, состоящее из заросшего внутриболотного озерка и озера. Ручей представляет собой протоку длиной менее 50 м, пересекающую минеральный перешеек, по которой осуществляется сток болотных вод массива Ламмин-Суо в упомянутое урочище. Сток воды из урочища осуществляется инфильтрационным способом в реку Сестра, частично транзитом через ручей Болотный.

Временный водоток, дренирует топяной участок, на юго-западной окрайке болотного массива, принадлежащий водосбору ручья Южный. Поверхностный сток по нему наблюдался лишь в периоды весенних половодий. В это время талые воды аккумулируются на обводненной окрайке болотного массива и стекают по топяному участку.

На болотном массиве расположены три внутриболотных озера: группа озер Две Сестры, состоящая из двух озер Питьевое и Купальное, разделенных узким минеральным поднятием дна с торфяной перемычкой на поверхности и озера № 3, расположенного на окрайке восточной части болота.

Растительность болота и господствующие микроландшафты

На территории болотного массива Ламмин-Суо выделено 17 типов болотных микроландшафтов. Лесная группа болотных микроландшафтов распространена в основном по окрайке болотного массива и на его склоне (лесное полукольцо). Эта группа характеризуется хорошо развитым древесным ярусом сосны.

Мохово-лесная группа болотных микроландшафтов довольно широко распространена на болотном массиве Ламмин-Суо и занимает до 19% площади болота. Эти микроландшафты встречаются как на окрайке, так и в центре болотного массива.

Моховая группа микроландшафтов распространена в центральной части массива, а в 60-70 годы встречалась на окрайке и склоне болота. Эта группа характеризуется хорошо развитым моховым (сфагновым) и кустарничковым покровом, древесный ярус представлен сосной с сомкнутостью крон порядка 0,1-0,3 и занимала в разные годы наблюдений от 23% (1950 г.) до 7% (2014 г.) площади болота.

Мохово-травяная группа микроландшафтов широко распространена на болотном массиве, занимая 40% площади болота. Для этой группы микроландшафтов характерно: хорошо развит моховой и травяной покров и сильно разреженный или полностью отсутствующий древесный ярус.

Комплексная группа микроландшафтов, занимающая 14% площади болота, представлена одним типом микроландшафта: грядово-мочажинный комплекс, расположен на склоне болотного массива, располагаясь, в основном, перед лесным полукольцом. Этот комплекс встречается и в центральной части болота.

Гряды сфагново-кустарничково-пушицевые, облесенные сосной; мочажины сфагново-пушицево-шейхцеривые. Гряды занимают 40-50%, мочажины - 50-60% площади комплекса. Среднее превышение гряд над поверхностью мочажин составляет 20-30 см. Моховой покров сплошной и состоит из сфагновых мхов.

Мочажины не облесены. В травяном покрове господствует пушица, а на более обводненных участках - шейхцерия. Моховой покров сплошной из сфагновых мхов.

Торфяная залежь болотного массива

Торфяная залежь массива на 95% сложена верховыми торфами. Наиболее распространенными из них являются фускум, пушицево-сфагновый, пушицевый и комплексный вид торфа. На их долю приходится соответственно 32, 18, 15 и 13% запасов торфа. Сосново-пушицевый, пушицево-сфагновый и пушицевый верховые виды торфа часто залегают непосредственно на минеральном дне болота. Низинные (березовый, древесно-осоковый, осоково-сфагновый, шейхцериевый и хвощевой) торфа, составляющие около 5% от общих запасов торфа, встречаются только на окрайке болота в придонных слоях. На долю переходных (березово-сосновый) торфов приходится менее 1% запасов.

Средняя мощность торфяной залежи 1,9 м. Максимальные глубины торфа порядка 3,8-4,3 м встречаются в генетическом центре болота. Запас торфа сырца в болотном массиве составляет около 3,4 млн. м³. Подстилаются торфа в основном супесью.

В начале 1950 года, на метеорологической площадке, организованной в генетическом центре болота, были начаты наблюдения за его метеорологическим режимом по программе станции II разряда и испарением с болота. В 1964 и 1965 годах на болотном массиве Ламмин-Суо и прилегающих к нему суходолах была пробурена 21 гидрогеологическая скважина и начаты наблюдения за уровнем грунтовых вод [6].

1.2.2 Болотная станция Брусовица

Болотная станция Брусовица была открыта Северным УГМС в 1941 году.

Основным объектом ведения гидрологического мониторинга является болотный массив Иласское. Болото расположено в Приморском районе Архангельской области. Координаты центра болота: 64°19' с.ш. и 40°35' в.д. Общая площадь болота составляет 89 км². Болото вытянуто с востока на запад полосой длиной 17 км и шириной в среднем 3,8 км.

Растительность болота и господствующие микроландшафты

Болото Иласское является типичным болотом для зоны олиготрофных болот и представляет собой систему простых болотных массивов. Болото расположено на водоразделе трех рек: Брусовицы, Шухты и Бабья, входящих в бассейн Северной Двины. Рельеф окружающей местности равнинный, к северу от болота, слабо всхолмленный.

Коренные породы представлены слоистыми глинами, песчаниками, перекрыты моренными отложениями в виде валунов, глин и суглинков. Почвы подзолистые, песчаные с преобладанием легких суглинистых и супесчаных разностей.

Наиболее распространенными на болоте являются комплексные микроландшафты и сфагново-пушицево-кустарничковые с очень слабым облесением. Господствующим является грядово-озерковый комплекс. Типологическая карта-схема болота приведена в приложении А.6. Распределение болотных микроландшафтов по площади на массиве и их процентное соотношение приведено в таблице 1.3.

Грядово-озерковый комплекс приурочен к центральной части массива. Сфагново-лишайниково-кустарничковые гряды, в разной степени облесенные сосной, чередуются с микроозерками. Гряды занимают 50-60% от площади комплекса, микроозерки – 40-50%. Гряды имеют кочковатый микрорельеф с высотой кочек в среднем 20 см, в отдельных случаях до 40 см. Моховой покров гряд представлен в основном сфагновыми мхами, с примесью гипновых. Значительную часть гряд занимают лишайники, которые замещают мхи по мере их исчезновения на кочках и окружают кочки с оголенным торфом.

Таблица 1.3 - Площадь и процент распространения болотных микроландшафтов на Иласском болотном массиве

Наименование микроландшафта	Площадь, км ²	Процент от общей площади болота, %
Грядово-озерковый комплекс	24,4	27,4
Грядово-мочажинный комплекс	15,2	17,2
Сфагново-пушицево-кустарничковый с редкой сосной высотой до 3 м	14,5	16,3
Сфагново-кустарничково-пушицевый с сосной высотой до 1-3 м	10,6	11,9
Сфагново-пушицево-сосновый	9,3	10,4
Топи сфагново-пушицевые и сфагново-шейхцериевые	4,2	4,7
Сфагново-пушицевый	2,7	3,0
Сфагново-сосново-кустарничковый, сосново-осоково-березовый, осоково-сфагновый и др.	0,9	1,0
Озера	2,3	2,6
Суходольные острова	4,9	5,5

В кустарничковом ярусе господствует вереск, багульник, вороника, морошка, кассандра и подбел. В западинах на грядах встречается клюква и кочки пухоноса, реже – брусника и карликовая березка.

Микроозерки комплекса имеют различные размеры и разнообразную форму, преимущественно вытянутую, расположенную перпендикулярно общему уклону. Часто берега обрываются к воде крутым уступом в 20-50 см. Площадь озерков не превышает 0,001-0,002 км². Глубина воды в озерках от 0,5 до 2,0 м. Поверхность воды чистая и не зарастает. Озерки изолированы плохо фильтрующей торфяной залежью. Поэтому даже в близко расположенных озерках отметки поверхности воды бывают разные. В период весеннего паводка наблюдается прорыв гряд и стекание воды с выше расположенных озерков в нижерасположенные.

Грядово-мочажинный комплекс приурочен к склонам отдельных массивов болотной системы и иногда окаймляет иные комплексные микроландшафты. По растительному покрову и соотношению гряд и мочажин различают три типа грядово-мочажинных комплексов.

Первый тип характеризуется наличием сфагново-кустарничковых гряд облесенных сосной (занимающих 60-70% комплекса) и сфагново-пушицевых мочажин (занимающих остальные 30-40%), иногда с примесью шейхцери. В кустарничковом ярусе господствует вереск, багульник, вороника и морошка. Несколько меньше кассандры и подбела. Моховой ярус составляют сфагновые мхи с редким вкраплением гипновых мхов. Растительность мочажин представлена сплошным покровом, более влаголюбивыми, чем на грядах, сфагновыми мхами с пушицей.

Второй тип характерен сфагново-кустарничково-лишайниковыми грядами с редкой сосной, высотой до 1,5 м. Мочажины сфагново-шейхцериевые с открытой водной поверхностью, занимают 40-50% комплекса. Кустарничковый ярус гряд значительно изрежен, по сравнению с первым типом, состоит из тех же ботанических видов, но с увеличенным обилием морошки.

Для третьего типа характерны сфагново-лишайниковые гряды и мочажины с оголенной поверхностью торфа. Облесение на грядах отсутствует. Их площадь составляет 45% комплекса. В кустарничковом ярусе господствует вереск, а в мочажинах – подбел.

Группа моховых микроландшафтов (сфагново-пушицево-кустарничковый и сфагново-пушицево-сосновый) приурочена к окраинным частям простых болот. Топяные микроландшафты сосредоточены в юго-восточной части системы болотного массива.

В грядово-озерковом и грядово-мочажинном комплексе торфяная залежь сложена верховыми торфами, лежащими непосредственно на подстилающих минеральных грунтах. При этом основным видом торфа, слагающим залежь, является фускум-торф. В нем встречаются прослойки комплексного торфа, а в нижних частях профиля залегают сосново-пушицевые и сосново-сфагновые виды торфа. Средняя глубина торфяной залежи на грядах равна 3,0 м, наибольшая – около 5,0 м. На мочажинах глубина залежи составляет 3,5 м. Средняя степень разложения торфа в верхней части залежи комплексного микроландшафта составляет 15%, в нижней – 20-25%.

В западной и восточной части болотного массива залежь подстилается тонкими слоями переходных и, в редких случаях, низинных торфов. Здесь средняя мощность залежи 4,3 м, максимальная превышает 7,0 м.

Озерки подстилаются верховыми с небольшой прослойкой (до 40 см) переходных торфов в придонном слое. Средняя мощность залежи под микроозерками несколько больше 3,0 м. Средняя степень разложения торфа на болотном массиве равна 33%, наибольшая – 60%, наименьшая – 10%.

Гидрографическая сеть Иласского болотного массива

Гидрографическая сеть болота Иласское состоит из многочисленных микроозерков, озер и топей, дренирующих и отводящих болотные воды за пределы болотного контура. В приложении А.6 приведена сетка линий стока с болотного массива Иласский, озера в пределах массива и дренирующие его водотоки.

Наибольшее обводнение болота наблюдается в его центральной части, где располагаются грядово-озерковые комплексы. Здесь площадь зеркала озерков занимает до 50% от общей площади микроландшафта.

В центральной части болота расположено озеро Иласское с площадью зеркала 1,7 км². Средняя глубина озера 1,6 м, наибольшая – 2,5 м. Берега озера обрывистые, торфяные, постоянно подмываются и обваливаются. Благодаря этому процессу площадь озера постоянно увеличивается. Сток из озера осуществляется по реке Илас. Пройдя от истока на северо-запад 1,5 км, река выходит за пределы болота и течёт по пылеватым суглинкам, интенсивно их размывая. При этом понижается базис эрозии, что и вызывает непрерывное снижение уровня воды в озере.

Размещение пунктов наблюдений в пределах болотного массива приведено в таблице 1.4 и в приложении А.6. Гидрографические характеристики малых рек, вытекающих из болотной системы, приведены в приложении А.7.

Таблица 1.4 - Размещение пунктов наблюдений (водомерных скважин) в пределах болотного массива Иласское

Тип микроландшафта	№ скв.	Отметка поверхности, мБС	Растительный покров в пределах микроландшафта
Сфагново-сосново-кустарничковый	201	54,27	Окрайка болота. Высота древостоя – 2-3 м. Кустарничковый ярус: вереск, кассандра морошка и брусника.
	202	54,95	
Грядово-мочажинный второго типа	203	56,62	Склон западного массива. Гряды сфагново-кустарничково-лишайниковые, мочажины сфагново-шейхцериевые, значительно обводненные. На грядах – редкая сосна высотой до 1,5 м. Кустарничковый ярус: вереск, багульник, вороника и морошка.
	204	57,52	
	205	57,72	
	206	58,10	
Грядово-озерковый	401	58,88	Центральная часть. Микрорельеф кочковатый, средняя высота кочек 20 см. Высота соснового древостоя 1,0-3,0 м. Кустарничковый ярус: вереск, багульник, вороника, кассандра, подбел, карликовая березка.
	402	58,79	
Сфагново-сосново-кустарничковый	501	53,31	Периферия. Высота древостоя – 6-10 м. Кустарничковый ярус: вереск, кассандра, брусника, голубика, морошка.
Сфагново-кустарничковый	502	53,84	В древесном ярусе редкая сосна высотой 1,0-3,0 м. Кустарничковый ярус: вереск, багульник, кассандра, морошка.
Грядово-мочажинный первого типа	502a	53,79	В древесном ярусе преобладает сосна высотой 1,0-3,0 м. Кустарничковый ярус: вереск, багульник, морошка, кассандра, подбел.
	503	53,90	
	504	53,85	
	505	53,84	
	505a	53,80	
Сфагново-кустарничково-сосновый	506	54,04	В древесном ярусе сосны высотой 2,0-5,0 м. Кустарничковый ярус: вереск, багульник, кассандра, голубика, морошка.
Грядово-мочажинный второго типа	507	54,41	В древесном ярусе редкие сосны высотой 1,0-3,0 м. Кустарничковый ярус: вереск, в западинах – подбел.
	508	55,18	

С болота Иласского стекает ряд ручьев и рек. Северную границу болота пересекают ручьи, берущие начало в озерах Щучье, Трясинное, Плоское и реки Илас, принимающей в себя все упомянутые ручьи. На юге из болота вытекает река Брусовица, начинающаяся в топях на южной окрайке болота. В северной части болотной системы берет начало река Черная; в восточной части системы, также в болотном микроландшафте, расположен исток реки Бабья.

Наблюдения за стоком воды производится на реках, вытекающих из болотного массива и мелиоративных канавах.

Водомерный пост р. Брусовица – п. Брусовица 2 расположен в 4 км ниже железнодорожного моста через реку. На участке поста русло реки имеет прямоугольную форму в выработанном каменистом грунте. Берега на урезах воды обрывистые, высотой до 1,0 м. Далее они плавно повышаются и переходят в заболоченный лес. Пост свайного типа, оборудован самописцем уровня воды и гидрометрическим мостом.

Водомерный пост р. Бабья – п. Бабья расположен в 5 км северо-восточнее железнодорожной станции Брусеница, в 151 м от северо-восточной окрайки болота. Гидрометрический створ оборудован деревянным контрольным сечением и самописцем уровня воды.

Водомерный пост р. Чёрная – п. Черная расположен в 3,7 км севернее железнодорожной станции Брусеница, в 200 м ниже впадения ручья без названия, в 300 м от окрайки болота. Гидрометрический створ оборудован деревянным контрольным сечением и самописцем уровня воды.

Метеорологическая площадка на суходоле расположена в 0,2 км от окрайки болота в молодом смешанном лесу.

Метеорологическая площадка на болоте расположена в 0,8 км от суходола, в грядово-мочажинном комплексе.

2 МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА И ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИХ ФАКТОРОВ НА ВОДНОБАЛАНСОВЫХ СТАНЦИЯХ

2.1 Температура воздуха

Метеорологические станции ВБС характеризуют общие тенденции изменений температуры воздуха в пределах своих природных зон. На ВБС Каменная степь средняя годовая температура воздуха за период наблюдений 1950-2019 годы составляет 6,5°C. Наибольшие значения средней годовой температуры воздуха отмечены в 2010 году (8,7°C) и в 1995 году (8°C), наименьшие – в 1956 году (3,8°C); 1976 (3,6°C); 1987 (3,5°C).

На Нижнедевицкой ВБС средняя годовая температура воздуха составляет 6,3°C. За период наблюдений 1948-90, 1995, 1997-2019 гг. самыми теплыми были 2015 год (8,3°C); 2007 и 2010 годы (8,1°C), 1989 год (7,9°C). Самыми холодными годами были: 1987 год (3,4°C); 1956 год (3,5°C), 1976 год (4°C).

На Подмосковной ВБС средняя температура за год составляет 4,8°C. За период наблюдений 1955-2020 годы самые высокие годовые температуры воздуха были в 2008, 2015 и 2018 годах (6,8°C). Самые низкие годовые температуры воздуха зафиксированы в 1969 году (2,1°C); в 1976 и 1987 года (2,4°C).

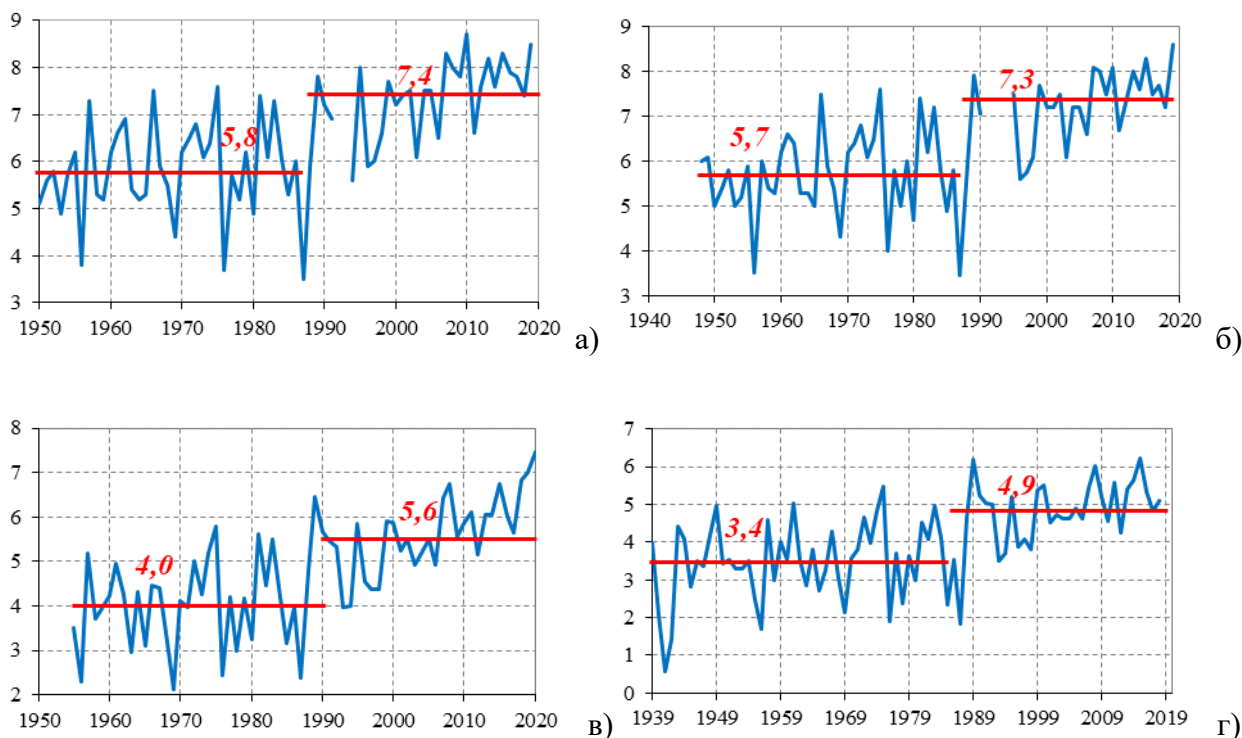
На Валдайской ВБС средняя годовая температура воздуха за период наблюдений 1939-2018 годы составляет 4,0°C. Самыми теплыми были 1989 и 2015 годы (6,2°C); 2014 год (5,7°C). Самыми холодными годами были: 1941 год (0,6°C); 1942 год (1,4°C), 1956 год (1,7°C).

Средние многолетние, наибольшие и наименьшие значения температуры воздуха на воднобалансовых станциях приведены в Приложении Б.1.

Анализ разностно-интегральных кривых показал, что многолетний ход средней годовой температуры воздуха имеет переломы в 1988 г. на станциях Каменная степь и Нижнедевицкая, 1987 г. – на станциях Подмосковная и Валдай.

Средняя годовая температура воздуха выросла с 1989 года по ВБС Каменная степь и Нижнедевицкая – на 1,6°C, и с 1988 года – по Подмосковной ВБС – на 2,1°C; Валдайской ВБС - на 1,5°C (рисунок 2.1).

Рост годовой температуры воздуха обусловлен потеплением всех сезонов с существенным повышением температуры воздуха в холодную часть года. С 1988-1989 годов средние температуры воздуха повысились за календарную зиму на 2,0-2,7°C. Весенние температуры выросли на 1,3-1,8°C и летне-осенние – на 0,6-1,4°C.



5,8 –среднее значение за период; — - линия среднего значения

Рисунок 2.1 – Многолетние изменения средней годовой температуры воздуха (°C):
 а) ВБС Каменная степь; б) ВБС Нижнедевицкая; в) ВБС Подмосковная; г) ВБС Валдайская

В многолетних колебаниях годовой температуры воздуха, так же, как и в температурной динамике зимних сезонов отмечается перелом в 1988-1989 годах. Зимы до 1988-1989 годов характеризовались большой амплитудой колебаний за многолетний период, более низкими температурными минимумами и менее частым повторением максимумов в отличие от последних трех десятилетий. За весь период наблюдений самыми холодными остались зимы более раннего периода – зимы 1953-54 и 1955-56 годов. Диапазоны колебаний средних зимних температур воздуха заметно уменьшились: на Нижнедевицкой ВБС с $(-13,3^{\circ}\text{C}) \div (-2,8^{\circ}\text{C})$ до $(-9,5^{\circ}\text{C}) \div (-2,5^{\circ}\text{C})$; на ВБС Каменная Степь – с $(-14,5^{\circ}\text{C}) \div (-2,5^{\circ}\text{C})$ до $(-10,3^{\circ}\text{C}) \div (-2,8^{\circ}\text{C})$; на Подмосковной ВБС – с $(-15,2^{\circ}\text{C}) \div (-3,4^{\circ}\text{C})$ до $(-10,6^{\circ}\text{C}) \div (-1,0^{\circ}\text{C})$; на Валдайской ВБС – с $(-15,7^{\circ}\text{C}) \div (-2,6^{\circ}\text{C})$ до $(-11,0^{\circ}\text{C}) \div (-2,7^{\circ}\text{C})$.

За последние десятилетия больше других зимних месяцев на Нижнедевицкой ВБС и ВБС Каменная Степь потеплел февраль – на $3,4^{\circ}\text{C}$ и на 3°C , соответственно. На Подмосковной и Валдайской станциях стал теплее январь на $3,4^{\circ}\text{C}$ и на $3,5^{\circ}\text{C}$, соответственно. Менее всего повысилась температура в декабре – на $0,9^{\circ}\text{C}$ по Нижнедевицкой ВБС, на $0,7^{\circ}\text{C}$ по ВБС Каменная степь, на $2,1^{\circ}\text{C}$ по Подмосковной ВБС, на $1,4^{\circ}\text{C}$ по Валдайской ВБС (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Средняя месячная температура воздуха за два периода (°С)

Период, годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ВБС Каменная степь												
1950-1988	-9,5	-9,3	-3,7	7,3	14,9	18,6	20,1	19,0	13,2	5,7	-1,1	-5,5
1989-2019	-6,9	-6,3	-0,9	8,9	15,6	19,2	21,3	20,3	14,4	7,3	0,3	-4,8
изменение	-2,6	-3,0	-2,8	1,5	0,7	0,6	1,2	1,2	1,2	1,6	1,4	-0,7
ВБС Нижнедевицкая												
1950-1988	-8,9	-8,8	-3,4	7,0	14,7	18,3	19,5	18,3	12,6	5,8	-0,9	-4,9
1989-91, 1994-2019	-6,5	-5,4	-0,3	8,5	15,2	18,8	20,8	19,7	13,6	7,0	0,5	-4,0
изменение	-2,4	-3,4	-3,2	1,6	0,6	0,5	1,3	1,3	0,9	1,2	1,4	-0,9
ВБС Подмосковная												
1955-1987	-10,1	-9,2	-3,8	4,7	12,1	15,6	17,2	15,5	10,1	4,4	-1,9	-6,8
1988-2020	-6,7	-6,2	-1,3	6,2	12,8	16,6	18,8	16,6	11,2	5,3	-1,2	-4,6
изменение	-3,4	-3,0	-2,5	1,5	0,7	1,0	1,6	1,1	1,1	0,8	-0,8	-2,1
ВБС Валдайская												
1939-1987	-10,4	-9,3	-4,7	3,1	10,4	14,8	16,7	15,2	9,7	4,0	-1,8	-6,5
1988-2018	-6,9	-6,7	-2,1	4,8	11,4	15,5	18,1	16,0	10,7	4,7	-1,3	-5,1
изменение	-3,5	-2,6	-2,6	1,7	1,0	0,7	1,4	0,8	1,0	0,7	0,4	-1,4

Весенние сезоны также стали теплее на всех четырех воднобалансовых станциях. Март потеплел более других весенних месяцев – на 3,2°С (Нижнедевицкая ВБС); на 2,8°С – по ВБС Каменная степь; на 2,5°С по Подмосковной ВБС и на 2,6°С Валдайской ВБС (таблица 2.1). Самая теплая весна отмечена в 1975 году на станциях Нижнедевицкая, Каменная Степь, Подмосковная и в 2007 году на Валдайской. За наиболее длительный период наблюдений 1939-2020 годы на Валдайской ВБС самая холодная весна (-0,8°С) была в 1941 году. На других станциях с более коротким периодом наблюдений самый холодный весенний сезон наблюдался в 1987 году.

Больше других весенних месяцев потеплел март – на 2,8°С и 3,2°С по Нижнедевицкой ВБС и ВБС Каменная степь, соответственно; и на 2,5°С и 2,6°С по Подмосковной и Валдайской станциям, соответственно. Если с 1950 по 1988 года на ВБС Каменная Степь март с положительной температурой воздуха был отмечен лишь трижды в 1966, 1977 и 1978 годах, то в последующие 27 лет положительные температуры марта

наблюдались в уже 12 случаях. На Валдае в период 1939-1987 гг. март с положительной температурой воздуха наблюдался лишь один раз в 1967 году, а в период после 1988 года положительные температуры марта зафиксированы в 9 случаях.

В летне-осенние месяцы температура воздуха повысилась меньше, чем в другие месяцы года. Средняя температура воздуха за летний сезон выросла в среднем на 1,0-1,2°C.

За период наблюдений на всех станциях самым холодным было лето 1976 года: 16°C и 16,2°C на станциях Нижнедевицкой и Каменная Степь, соответственно, 14°C и 13,3°C на Подмосковной и Валдайской ВБС, соответственно. На Валдайской станции летом 1962 года наблюдалась еще более низкая температура воздуха 13,2°C.

Из летних месяцев в последние 30 лет наибольшее потепление наблюдается в июле. Июльская температура повысилась в среднем на 1,2-1,6°C с наибольшим ростом на Подмосковной ВБС и наименьшим на ВБС Каменная Степь. В целом колебания температур воздуха июня и августа в последние десятилетия не выходят за рамки своей амплитуды колебаний, за исключением аномального 2010 года.

Повышение температуры воздуха осеннего сезона за последние 30 лет составило по Нижнедевицкой ВБС и ВБС Каменная степь 1,2-1,3°C в среднем за сезон. По данным Валдайской ВБС в осенний сезон произошло наименьшее повышение температуры воздуха и за последние тридцать лет оно составило 0,7°C. Самой теплой была осень 1974 года: 9,1°C и 9,4°C на ВБС Нижнедевицкая и Каменная степь, соответственно; 7,2°C на ВБС Подмосковной. На Валдае наиболее теплые осенние сезоны наблюдали также в 1974 году и 2006 году со средней температурой за сезон 6,5°C. На Валдайской станции самыми холодными за весь период наблюдений были осенние сезоны в 1941 году 0,4°C и 1993 году 0,3°C. На остальных трех станциях наиболее холодная осень наблюдалась в 1959 году – ВБС Подмосковная - 1,3°C; ВБС Нижнедевицкая и Каменная степь - 2,4-2,5°C.

Таким образом, по данным наблюдений воднобалансовых станций, расположенных в четырех природных зонах ЕТР, в период после 1987-1988 годов произошло существенное повышение средней годовой температуры воздуха. При этом наиболее существенный рост температур отмечается в зимний и весенний сезоны, а наименьший – в летний период, что согласуется с данными [7]. Необходимо отметить, что в целом сохраняется общая тенденция к дальнейшему повышению температур воздуха.

2.2 Осадки

2.2.1 Атмосферные осадки

Поля атмосферных осадков менее однородны по сравнению с температурными полями, однако общие тенденции изменения их характеристик (в сочетании с анализом сетевых станций) могут быть оценены и на точечном уровне воднобалансовых станций. Кроме того, режим выпадения осадков в значительной степени определяет изменения процессов влагооборота на водосборах ВБС.

Средняя многолетняя сумма осадков по метеостанции Каменная Степь с 1950 по 2019 год составила 490 мм (здесь и далее осадки приведены с поправкой на смачивание). На Нижнедевицкой ВБС она равна 566 мм (1948-2019 гг.), на Подмосковной ВБС – 613 мм (1955-2020 гг.), на ВФ ГГИ – 730 мм (1939-2018 гг.).

На станции Каменная Степь наибольшее количество осадков 683 мм выпадало в 2005 году, наименьшее – 290 мм в 1947 году (в 1947 г. действовала метеостанция до открытия ВБС). По Нижнедевицкой станции наибольшая годовая сумма осадков 859 мм наблюдалась в 1997 году, наименьшая – 406 мм в 1949 году. По Подмосковной ВБС наибольшая годовая сумма осадков 945 мм отмечена в 2013 году, наименьшая – 341 мм в 1964 году. По Валдайской станции наибольшая годовая величина осадков зафиксирована в 2004 году (1016 мм), наименьшая в 1941 году – 476 мм.

Динамика многолетних колебаний годовых сумм осадков показывает их неравномерный рост за многолетний период наблюдений (рисунок 2.2) с увеличением вариации колебаний с 1990-х годов.

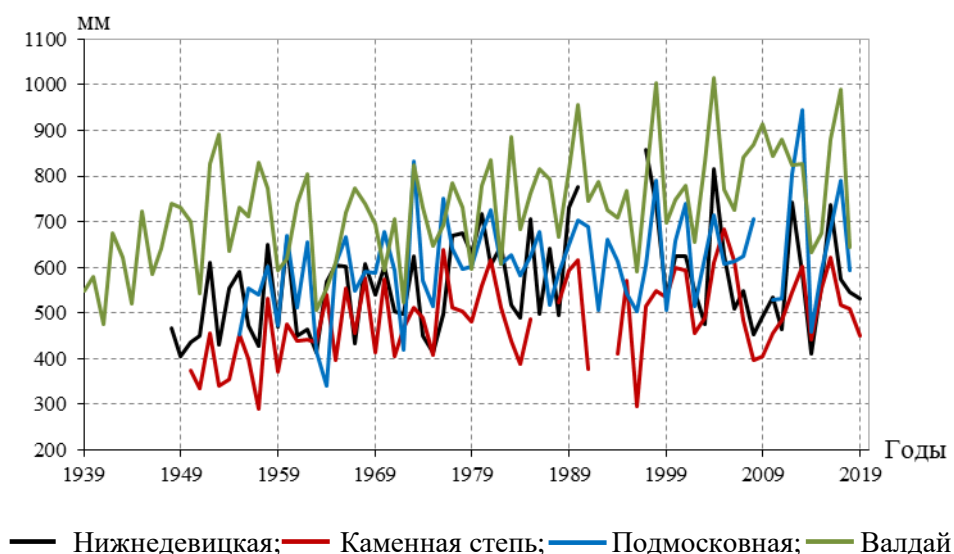


Рисунок 2.2 – Многолетние изменения годовых сумм осадков

В отдельные годы месячные количества осадков в зависимости от условий атмосферной циркуляции могут значительно отклоняться от среднего многолетнего значения. Так, максимальное и минимальное месячное количество осадков выпадало:

на ВБС Каменная степь в сентябре 2013 года – 151,2 мм, в феврале 1951 года – 1,3 мм;

на ВБС Нижнедевицкая в сентябре 2002 года – 187 мм, в сентябре 1963 года – 0,7 мм;

на ВБС Подмосковная в августе 1973 года – 202,1 мм, в октябре 1987 года – 0 мм.

на ВФ ГГИ в июле 1998 года – 225,7 мм, в октябре 1987 года – 0,9 мм.

Анализ разностно-интегральных кривых показал переломные точки в многолетних колебаниях годовых сумм осадков, которые приходятся на 1975 год (Каменная Степь), 1976 (Нижнедевицкая), 1972 год (Подмосковная) и 1979 год (Валдайская).

На станциях Нижнедевицкой и Каменная Степь рост количества осадков произошел во все месяцы года, кроме августа на станции Каменная Степь, мая и августа на Нижнедевицкой. В эти месяцы отмечаются небольшие отрицательные разности (таблица 2.2).

На ВБС Каменная Степь годовые суммы осадков выросли с 1976 года на 74 мм вследствие увеличения месячных сумм осадков во все сезоны. Наибольший рост на 25 мм наблюдается осенью (IX-XI) с повышенным вкладом в эту величину месячных сумм осадков сентября (↑16 мм). За календарные зиму (XII-II) и весну (III-V) осадки выросли на 19 мм в каждый сезон. Величина повышения летних осадков самая низкая (↑13 мм) и отмечается снижение осадков за август на 4 мм. За многолетний период наблюдается рост годовых максимумов с 532 мм в 1958 г. до 683 мм в 2005 г.

На Нижнедевицкой ВБС средняя годовая величина осадков с 1977 года увеличилась на 91 мм. Наибольший вклад в ее увеличение внесли возросшие осадки осеннего (↑32 мм) и зимнего сезонов (↑29 мм). В летние месяцы произошло повышение осадков в июне и июле, что в сумме составило 24 мм. За март и апрель рост составил 16 мм. Зафиксировано небольшое снижение осадков в мае и августе – на 2 и 5 мм, соответственно. За многолетний период наблюдений отмечается рост годовых максимумов с 610 мм (1952 г.) до 737,2 мм (1997 г.).

На Подмосковной ВБС годовое количество осадков за сравниваемые периоды увеличилось на 82 мм – с 551 мм до 633 мм с наибольшим вкладом в эту величину суммарных осадков за летние месяцы – 45 мм (таблица 2.2). В весенние месяцы наблюдаются наименьшие разности при сравнении величин осадков раннего и позднего периодов. За многолетний период наблюдается рост годовых максимумов осадков с 833 мм в 1972 году до 945 мм в 2013 г.

Таблица 2.2 – Средние месячные и годовые суммы осадков за два периода (мм)

Период, годы	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ВБС Каменная степь													
1950-1975	29	23	22	31	39	49	51	45	35	41	38	38	442
1976-2019	39	30	29	35	47	59	58	41	50	46	42	41	516
изменение	10	6	7	4	8	9	8	-4	16	5	4	3	74
ВБС Нижнедевицкая													
1948-1976	35	28	29	33	52	54	59	55	40	37	43	45	514
1977-2019	48	40	37	42	50	68	69	50	55	49	49	49	605
изменение	14	11	8	8	-2	14	10	-5	14	13	5	4	91
ВБС Подмосковная													
1955-1972	34	30	28	39	53	54	58	73	57	52	35	38	551
1973-2020	37	31	28	36	57	76	78	75	64	60	48	43	633
изменение	3	1	0	-2	4	22	20	3	7	8	13	5	82
ВБС Валдайская													
1955-1979	34	30	34	44	52	83	87	72	74	71	52	42	675
1980-2018	63	41	42	41	59	83	89	95	68	76	67	65	789
изменение	29	11	8	-2	6	0	2	23	-6	6	15	23	114

На Валдайской станции рост годовых сумм осадков происходил с 1980 года. За период наблюдений после 1980 года средняя многолетняя сумма осадков выросла на 114 мм (с 675 мм до 789 мм). Максимальные значения годового количества осадков увеличились с 891 мм (1953 г.) до 1016 мм (2004 г.). Наибольшее увеличение осадков отмечено в январе – 29 мм, в декабре и августе – 23 мм в каждый месяц. В другие сезоны положительный тренд осадков менее значителен. Отрицательные тенденции наблюдаются в апреле и сентябре.

На фоне колебаний от года к году выявляются изменения внутригодового распределения величины осадков за разные периоды – до и после середины 70-х годов XX века. Особенности изменения внутригодового распределения месячных сумм осадков с 70-х годов прошлого столетия имеют не только количественные, но и временные признаки.

Временные сдвиги выросших месячных максимумов осадков чаще происходили в летний и осенний сезоны.

Летние максимумы месячных сумм осадков стали чаще наблюдаться на Нижнедевицкой ВБС и ВБС Каменная Степь не только в июле, но и в июне; на Подмосковной ВБС – не только в августе, но и в июле; на Валдайской ВБС не в июле, а в августе. Осенние максимумы сдвинулись на ВБС Нижнедевицкая с ноября на сентябрь; на ВБС Каменная Степь – с октября на сентябрь; на Валдайской ВБС – с сентября на октябрь.

Характерные величины осадков, выпадающих на воднобалансовых станциях приведены в Приложении Б.2.

Таким образом, на всех воднобалансовых станциях с конца 1970-х – начала 1980-х годов произошло увеличение годовых сумм осадков, наиболее значительное в районе ВФ ГГИ, что согласуется с общим фоном изменения этой характеристики по данным сетевых наблюдений [8]. Тенденция к дальнейшему росту осадков не прослеживается. При этом, в последние десятилетия существенно возросла изменчивость величин годовых и месячных сумм осадков. Наибольший рост осадков произошел в холодный период года.

2.2.2 Снежный покров

ВБС Каменная Степь. Снежный покров появляется в среднем в первой декаде ноября, но пребывает в неустойчивом состоянии еще в течение месяца. Самая ранняя дата появления снежного покрова – 05.10.1964 г. Устойчивый снежный покров обычно образуется 11 декабря, сходит 1 апреля.

Средняя многолетняя максимальная высота снежного покрова составляет 26 см по балке Степной (1950-91, 1994-2019 гг.) и 31 см по балке Солонцы (1954-91, 1994-2019 гг.) Наибольшие высоты снежного покрова наблюдались в первой декаде марта 2006 г. на водосборах балки Степной – 56 см и балки Солонцы – 74 см. Самые низкие средние по водосборам величины высоты снежного покрова 7 см измерены на балке Степной 13.03.61 г. и 8 см на балке Солонцы 3.03.2001 г.

В целом многолетние колебания наибольшей высоты снежного покрова находились в пределах ее изменений до 1967 г. – от 6 см (1962 г.) до 50 см (1967 г.), за исключением исторического максимума 2006 года (рисунок 2.3а). Многолетние изменения наибольшей высоты снежного покрова характеризуются двумя периодами с широкими диапазонами колебаний 1950-76 гг. (от 7 см до 50 см) и 2001-2019 гг. (от 8 см до 56 см), и периодом 1977-2000 гг. с пониженной вариацией (от 12 см до 44 см).

Плотность снега на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова за период наблюдений изменялась по балке Степной от 0,12 г/см³ (31.01.2007 г.) до 0,41 г/см³ (26.02.2004 г.); по балке Солонцы – от 0,12 г/см³ (31.01.2007 г.) до 0,37 г/см³ (31.03.2005 г.) С 1967 года наблюдается многолетнее снижение плотности снега с увеличением вариации колебаний с 1999 года (рисунок 2.3б).

Средняя величина предвесенних запасов воды в снеге составляет 71 мм по балке Степной и 81 мм по балке Солонцы. Наибольшие величины наблюдались 28.02.1967 года –165 мм на водосборе балки Степной (рисунок 2.3в) и 177 мм на водосборе балки Солонцы.

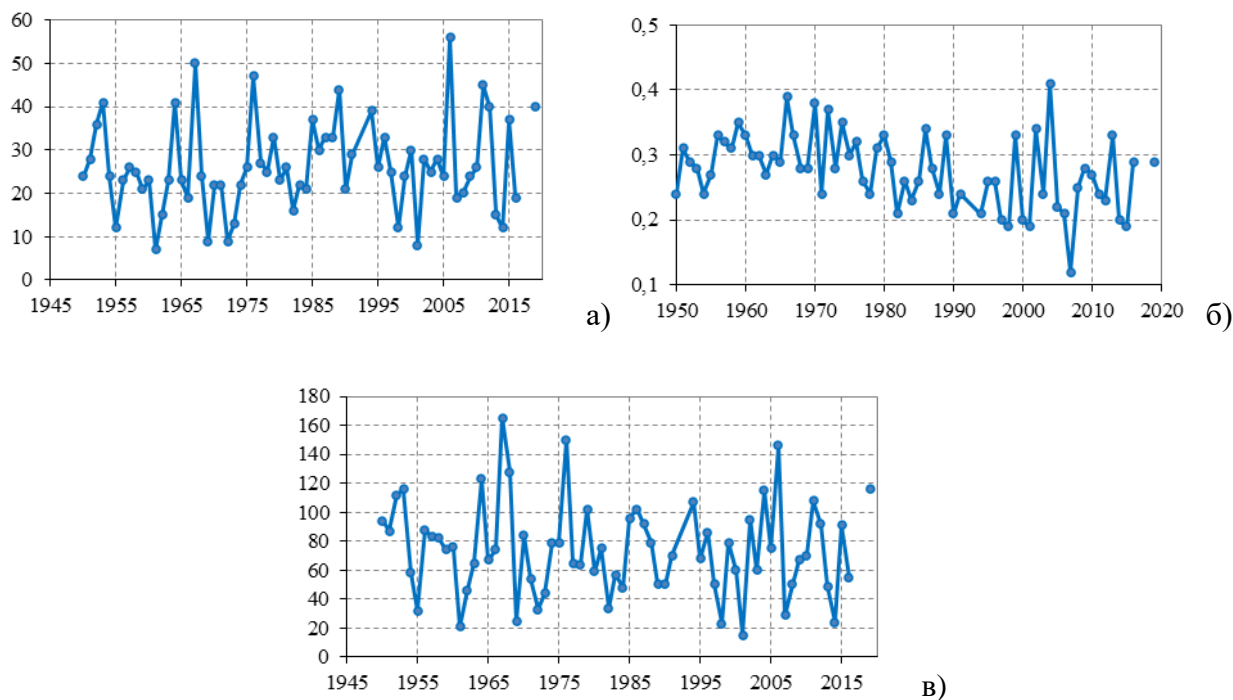


Рисунок 2.3 – Многолетние изменения характеристик снежного покрова на ВБС Каменная Степь (балка Степная):
 а) наибольшая высота (см); б) плотность ($\text{г}/\text{см}^3$); в) предвесенние запасы воды в снеге (мм)

Самые низкие значения измерены 03.03.2001 года (15 мм по балке Степной и 16 мм Солонцы). В характере многолетних колебаний выделяются периоды с повышенным диапазоном колебаний 1955-76 гг. (от 21 мм до 165 мм) и 2001-2019 гг. (от 15 мм до 146 мм) и период между ними 1977-2000 гг. с более узким интервалом (от 65 до 107 мм).

Нижнедевицкая ВБС. Устойчивый снежный покров устанавливается, в среднем, в первой декаде декабря и сходит в конце марта. Средняя максимальная высота снежного покрова составляет 26 см в поле за период наблюдений 1974-89, 1995-2017 гг. и 44 см в лесу за период 1975, 1977-89, 1996-2008 г. По измерениям на ландшафтных маршрутах наибольшая высота наблюдалась в поле 5-10 марта 2006 года – 57 см и на лесном участке 10 марта 2006 года – 69 см. Самые низкие средние по маршрутным снегосъемкам высоты снега отмечены в поле 20.01.2008 г. – 12 см, в лесу 28.02.2007 г. – 19 см.

В многолетней динамике изменений максимальной высоты снежного покрова не прослеживается четкой периодичности колебаний и до 2005 года высота снежного покрова находится в пределах изменений 14-43 см вплоть до 1987 года. В последующие годы этот диапазон увеличивается историческим максимумом 2006 года и минимумом 2015 года – 12 см (рисунок 2.4а).

Средняя плотность снега $0,26 \text{ г}/\text{см}^3$ в поле и $0,26 \text{ г}/\text{см}^3$ в лесу. Наибольшая средняя плотность $0,37 \text{ г}/\text{см}^3$ снежного покрова при максимальной мощности снежного покрова к концу зимы отмечалась в поле 15.03.1979 г., наименьшая – $0,17 \text{ г}/\text{см}^3$ 10.03.2003 г. в лесу.

После 2000 года наблюдается слабо отрицательная многолетняя динамика изменения плотности снега (рисунок 2.4б).

Предвесенние запасы воды в снеге в среднем составляют 75 мм в поле и 105 мм на лесном участке. Наименьшие величины в поле составили 31 мм (10.02.2014 г.), в лесу – 48 мм (5.02.2007 г.). Наибольшие запасы воды в снеге наблюдались в поле 10.03.2006 года – 165 мм, в лесу 10.03.2006 года – 173 мм. Ход многолетних колебаний предвесенних запасов воды в снеге в целом согласуется с многолетней динамикой наибольшей высоты снежного покрова (рисунок 2.4в).

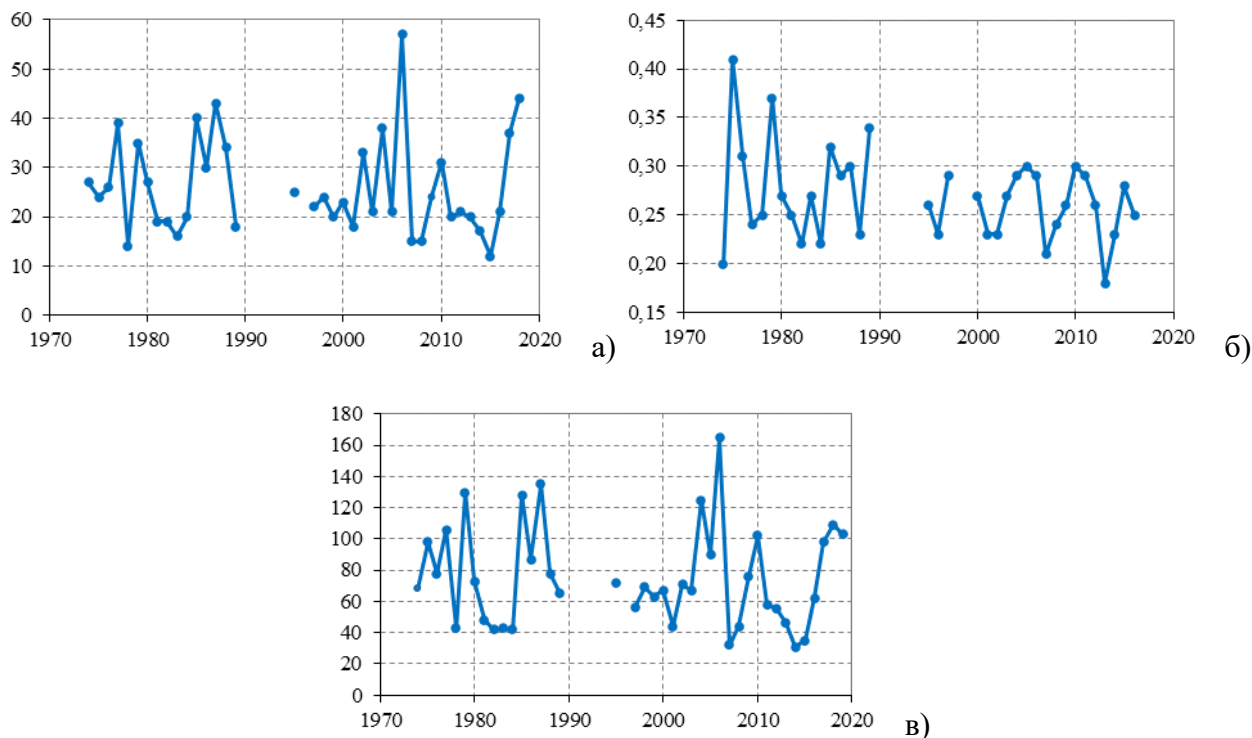


Рисунок 2.4 – Многолетние изменения характеристик снежного покрова на Нижнедевицкой ВБС за 1974-2019 гг. (поле):

- а) наибольшая высота снежного покрова в поле, (см); б) плотность снега в поле, (г/см³);
в) предвесенние запасы воды в снеге (мм)

Подмосковная ВБС. Снежный покров обычно появляется в ноябре. В холодные и снежные зимы постоянный снежный покров исчезает в марте-апреле.

Наблюдения за снежным покровом проводятся на двух воднобалансовых площадках – №1 (поле) и №2 (лес) с перерывами в период 1973-2020 годы. Лесной участок (воднобалансовая площадка №2) до 1981 года являлся полем, на котором весной 1981 года были густо посажены 2-3-летние саженцы, в результате чего произошло облесение данного участка.

За период наблюдений средняя максимальная высота снежного покрова составила на полевом участке – 45 см; на лесном участке – 36 см. Наибольшая высота наблюдалась 28.02.2001 г. – 75 см (поле) и 28.03.2013 г. – 76 см (лес). На полевом участке самая низкая

наибольшая высота снежного покрова 13 см наблюдалась 13 марта 2020 года. На лесном участке зимой 2020 года снег отсутствовал.

Многолетние колебания характеристик снежного покрова не показывают выраженной периодичности колебаний (рисунок 2.5а). Периоды 1995-2010, 2016-19 годы характеризуется более низкой высотой снежного покрова в лесу (ниже на 10-30 см), чем на поле. Многолетние изменения плотности снега и запасов воды в нем имеют черты серийности прохождения лет повышенных и пониженных величин.

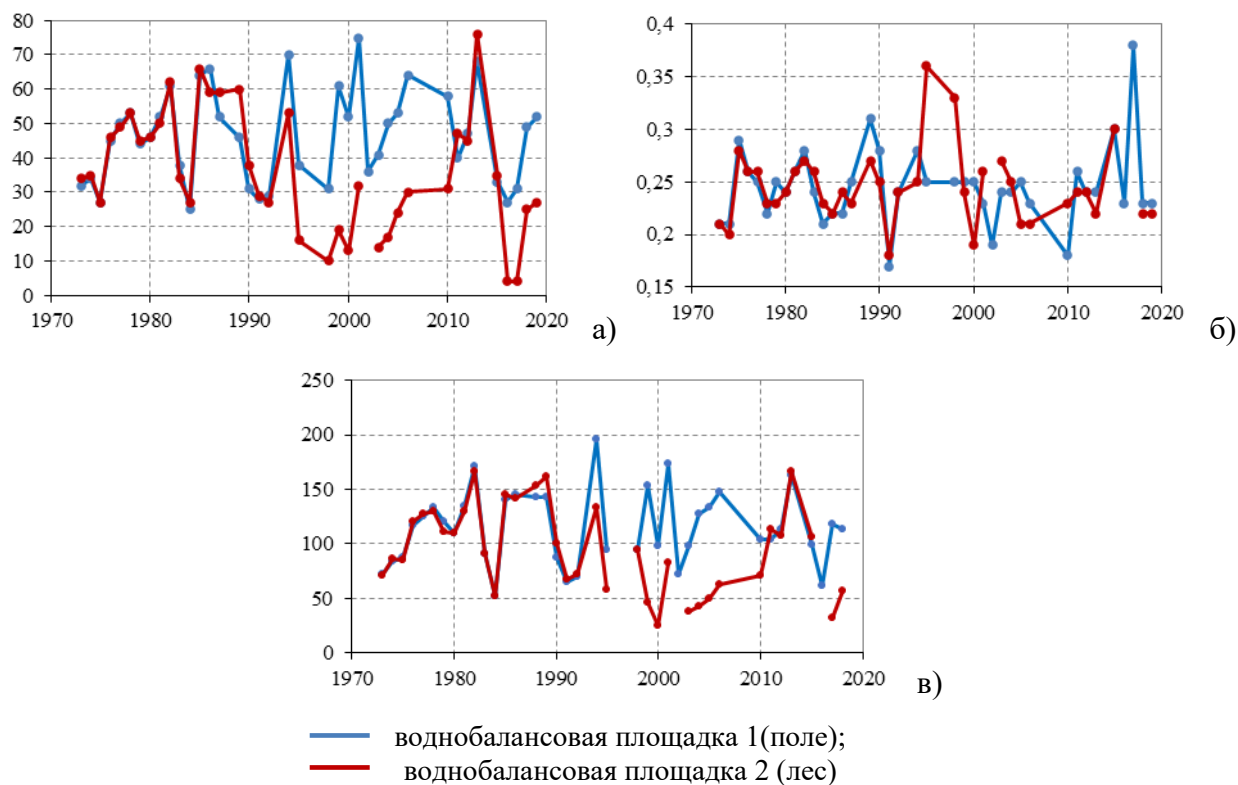


Рисунок 2.5 – Многолетние изменения характеристик снежного покрова на дату измерения максимума снегозапасов на Подмосковной ВБС за 1973-2019 гг.:
 а) высота снежного покрова (мм); б) плотность снега (г/см³);
 в) предвесенние запасы воды в снеге (мм)

Средняя плотность снега на дату измерения наибольших снегозапасов составила 0,24 г/см³ на обоих участках. Наибольшие величины плотности снега 0,38 г/см³ наблюдались 3.03.2017 г. на полевом участке, и 0,37 г/см³ 28.02.1990 г. на лесном участке. Самая низкая плотность 0,17 г/см³ отмечена 28.01.1991 г. на полевом участке, на лесном участке – 0,18 г/см³. В многолетних колебаниях отсутствует выраженная периодичность (рисунок 2.5б).

Средние величины предвесенних запасов воды в снеге составляют на полевом участке – 115 мм, на лесном – 94 мм. Максимальные запасы воды наблюдались на

полевом участке в 28.02.1994 – 196 мм, на лесном участке – 28.03.2013 г. – 167 мм. Минимальные запасы воды измерены 18.03.2014 года на поле – 47 мм.

Многолетние изменения предвесенних запасов воды в снеге до 1989 года характеризуются отсутствием периодичности в колебаниях и их повышенной амплитудой – от 52 мм до 167 мм (рисунок 2.5в). В период 1990-2010 гг. происходило снижение запасов и уменьшение амплитуды колебаний (от 25 мм до 133 мм), после чего до 2013 года наблюдался кратковременный рост и затем снижение к 2017 году.

Валдайская ВБС Появление устойчивого снежного покрова приходится на середину ноября, сход снега происходит в первых числах апреля.

Снегомерные съемки выполняются в условиях леса, поля, луга и заболоченных участков на водосборах р. Полометь, логов Таежного и Усадьевского.

За общий период наблюдений на разных участках 1939-41, 1950-2014, 2016-2019 гг. средняя многолетняя наибольшая высота снежного покрова находится в интервале 48-57 см в лесу: 50-67 см на полевых участках, 57 см на заболоченном участке. Максимальная высота снега 95 см измерена 2.04.2013 на полевом участке водосбора р. Полометь у д. Крестовая. На лесном участке наибольшая высота снега 83 см отмечена 12.04.1955 (лог Таежный) и 28.03.2011 (р. Полометь - д. Крестовая). Наиболее низкие снегозапасы наблюдали зимой 2014 года. На полевом участке водосбора р. Полометь - д. Дворец 13 марта 2014 года измерена наибольшая за зиму высота снежного покрова 13 см, на лесном – 1 см.

Ранний период наблюдений до 1977 года за максимальной высотой снежного покрова характеризуется повышенной вариацией колебаний в диапазоне от 25 до 98 см и кратковременными подъемами и спадами (рисунок 2.6а). После чего происходило неравномерное многолетнее снижение до 1998 года с уменьшением вариации в пределах от 33 см до 63 см и последующий рост до 2013 года.

Средняя плотность снега составляет 0,24-0,27 г/см³. Минимальное значение 0,15 г/см³ наблюдалось на заболоченном участке лога Таежного 3.03.1954 г. Самая высокая плотность снега 0,36 г/см³ отмечена на поле у д. Дворец 13.03.2014 г. Характер многолетних колебаний показывает рост плотности снега с середины 70-х годов прошлого века. С 2003-04 гг. наблюдаются отрицательные тенденции (рисунок 2.6б).

Средняя величина предзимних запасов воды в снеге на разных участках изменяется от 116 мм до 168 мм. Самая низкая величина 3 мм измерена 13.03.2004 г. в лесном маршруте у д. Дворец (водосбор р. Полометь), (рисунок 2.6в). Самые высокие величины 273 мм отмечены на лугу лога Таежного 25.03.1999 г. Ход многолетних изменений показывает широкий диапазон колебаний до 1970-х годов - от 50 мм до 259 мм. В после-

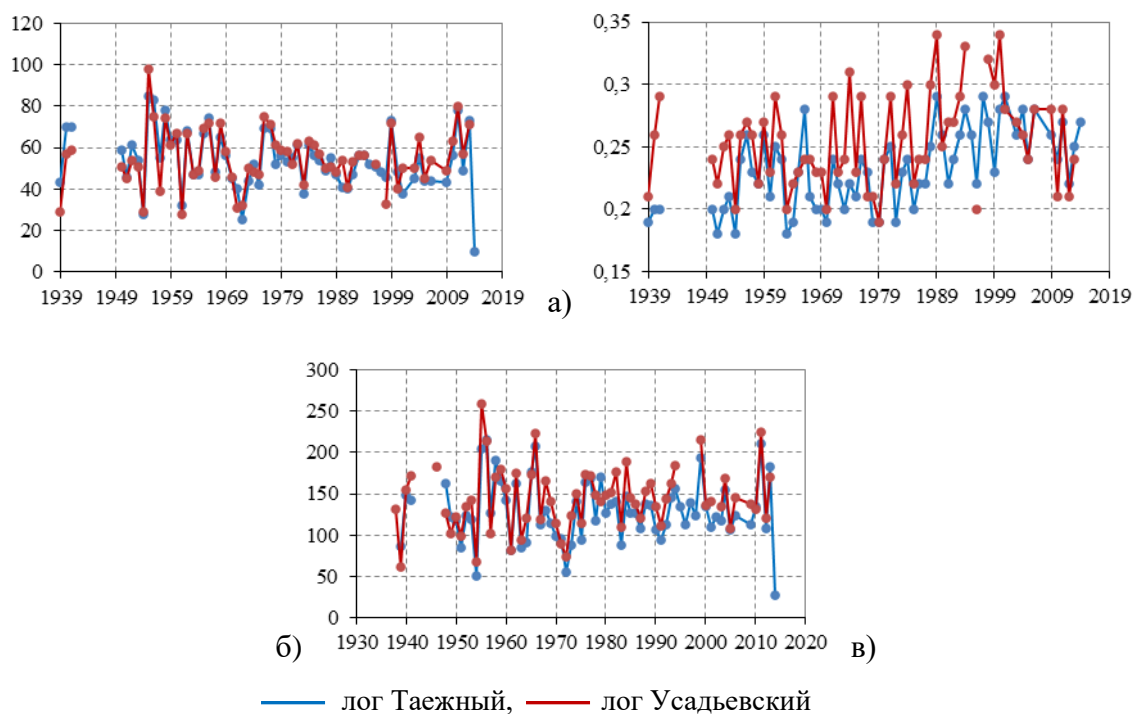


Рисунок 2.6 – Многолетние изменения характеристик снежного покрова на дату измерения максимальных запасов воды в снеге на Валдайской ВБС:

- а) средняя высота снежного покрова (см); б) средняя плотность снега (г/см^3);
 в) предвесенние запасы воды (мм)

дующий период до 2014 года ежегодные изменения не выходят за границы диапазона ранних лет, но наблюдается уменьшение вариации и неравномерный рост.

Характеристика снежного покрова по данным снегомерных маршрутов на воднобалансовых станциях приведена в Приложении Б.3.

2.3 Испарение с водной поверхности и с суши

2.3.1 Испарение с водной поверхности

ВБС Нижнедевицкая и ВБС Каменная Степь. Самое низкое испарение обычно наблюдается в апреле и ноябре, самое высокое – в летние месяцы. Средние месячные величины испарения с водной поверхности за май-октябрь по испарителю ГГИ-3000 площадью $0,3 \text{ м}^2$ на Нижнедевицкой ВБС изменяются от 36 мм в октябре до 116 мм в июле, на ВБС Каменная Степь – от 36 мм в октябре до 116 мм в июле. Наибольшие величины месячных сумм испарения на обеих станциях наблюдались в августе 1972 года – 201 мм на Нижнедевицкой ВБС и 249 мм на ВБС Каменная Степь.

Средняя величина суммарного испарения за теплый период года (май-октябрь) по Нижнедевицкой ВБС составляет 531 мм (за 1951-2019 гг.), по ВБС Каменная Степь – 617 мм (за 1955-2019 гг.). За период с мая по октябрь максимальные величины суммарного испарения с воды на ВБС Нижнедевицкая наблюдались в 1972 году (758 мм) и в 1963 году (754 мм). На ВБС Каменная Степь максимумы суммарного испарения с

поверхности воды по испарителям ГГИ-3000 зафиксированы в 1957 году (1070 мм) и в 2010 году (1004 мм).

На Нижнедевицкой ВБС в период от начала наблюдений до 1976 года многолетний ход изменений суммарного испарения с поверхности воды с мая по октябрь характеризуется неравномерным снижением с колебаниями в диапазоне 372-758 мм. Дальнейшие изменения величин испарения происходили в положительном тренде в интервале от 390-600 мм с чередованием серий лет с повышенными и пониженными значениями.

На ВБС Каменная Степь диапазон колебаний суммарного испарения с водной поверхности больше, чем на ВБС Нижнедевицкая. Здесь также прослеживается снижение испарения от 1070 мм в 1957 г. до 410 мм в 1976 г. и 417 мм в 1977 г. (рисунок 2.7).

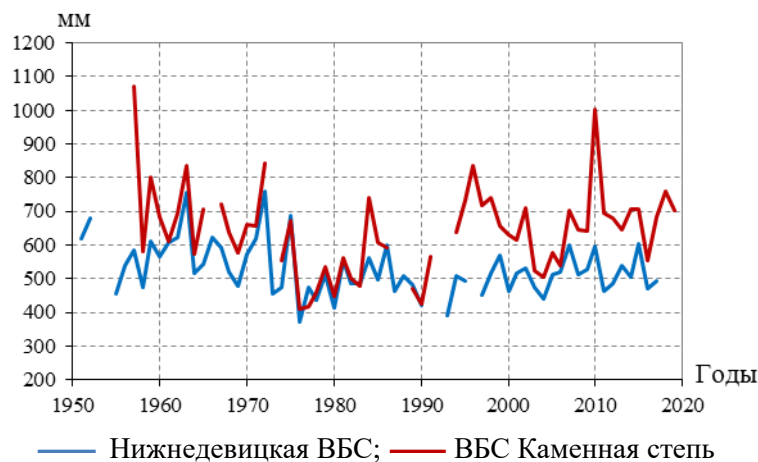


Рисунок 2.7 - Многолетние колебания испарения с водной поверхности с мая по октябрь

Последующий период многолетних колебаний характеризуется кратковременными периодами подъемов и спадов величины суммарного испарения продолжительностью 5-7 лет с колебаниями в диапазоне 426-1004 мм.

Подмосковная ВБС. Средние месячные величины испарения с поверхности воды изменяются от 24 мм в октябре до 84 мм в июле. Максимальные величины суммарного месячного испарения с водной поверхности по испарителю ГГИ-3000 площадью 0,3 м² на Подмосковной ВБС наблюдалось в июле 2010 года – 144 мм. Самое низкое испарение за летние месяцы зафиксировано за июнь 2015 года – 30,9 мм.

Средняя величина суммарного испарения за теплый период года (май-октябрь) за многолетний период 1956-2019 гг. составляет 366 мм. Наибольшая величина 531 мм отмечена в 1972 году. В 1987 году наблюдалась самая низкая величина суммарного испарения – 209 мм.

Динамика многолетних изменений суммарного испарения с водной поверхности показывает неравномерный рост с 1964 г. вплоть до исторического максимума 1972 года, затем снижение до исторического минимума 1987 года (209 мм) и выраженный рост до настоящего времени с локальными спадами и подъемами (рисунок 2.8). Ежегодные изменения суммарного испарения за теплый период года остались в диапазоне колебаний периода 1972-87 годов.

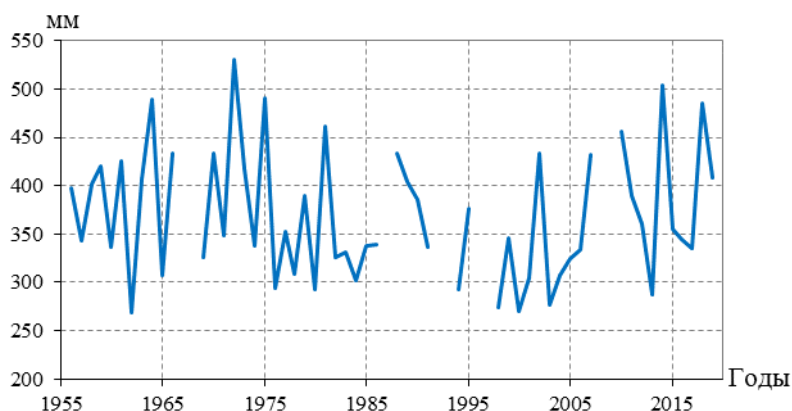


Рисунок 2.8 - Многолетние колебания испарения с водной поверхности с мая по октябрь на Подмосковной ВБС

Валдайская ВБС. Средние многолетние месячные величины испарения с водной поверхности с бассейнов $F=100 \text{ м}^2$, $F=20 \text{ м}^2$ и $F=0,3 \text{ м}^2$ с мая по сентябрь за общий период наблюдений 1949-90 гг. изменялись от 40 мм в сентябре до 90 мм в июне-июле. Наибольшая величина месячного испарения 135 мм по испарителю $F=0,3 \text{ м}^2$ наблюдалась в августе 1972 года.

Характерные величины испарения с водной поверхности на воднобалансовых станциях приведены в Приложении В.1.

В Приложении В.2 приведены средние и наибольшие величины испарения с водной поверхности с испарителей разных площадей по данным наблюдений до 1990 г. На Валдайской станции в связи с перерывами в наблюдениях по техническим причинам выполнить объективный анализ многолетней динамики испарения с водной поверхности за последние десятилетия в настоящее время не представляется возможным.

2.3.2 Испарение с суши

Испарение с поверхности почвы в сочетании с транспирацией является одним из основных расходных элементов водного баланса водосборов, на долю которого в зависимости от природной зоны приходится от 40-50% до 70-80% количества выпадающих осадков. На воднобалансовых станциях осуществляются прямые наблюдения за испарением с почвы с помощью взвешиваемых испарителей.

Нижнедевицкая ВБС и ВБС Каменная Степь. Испарение с поверхности суши на этих воднобалансовых станциях производилось с помощью взвешиваемого испарителя ГГИ 500-100.

В период апрель-октябрь наибольшее испарение с суши чаще всего наблюдается в мае, наименьшее – в октябре. В отдельные годы экстремально высокое испарение может происходить в другие месяцы. За многолетний период наблюдений средние величины испарения с залежи на Нижнедевицкой ВБС (1960-90, 1995-2019 гг.) колеблются от 20 мм (октябрь) до 88 мм (июнь); на ВБС Каменная Степь (1957-91, 1994-2019 гг.) – от 19 мм (октябрь) до 87 мм (май). Самые высокие значения испарения были зафиксированы на ВБС Нижнедевицкая 177,8 мм в мае 2018 года, на ВБС Каменная Степь – 160 мм в июле 2000 года.

Среднее многолетнее значение суммарного испарения с суши за теплый период года (апрель-ноябрь за 1960-2019 гг.) составляет на Нижнедевицкой ВБС 420 мм с максимумом в 1989 году – 605 мм и минимумом в 1967 году – 281 мм.

За этот же период на ВБС Каменная Степь за теплый период года испаряется в среднем 374 мм. Наибольшая величина 605 мм наблюдалась в 1989 году, наименьшая – 281 мм в 1967 году.

Ход многолетних изменений суммарного испарения с суши в период май-октябрь иллюстрирует рисунок 2.9. Наибольшие значения суммарного испарения за указанный период года были на Нижнедевицкой ВБС в 1989 году - 538 мм, в 1982 году - 491 мм, в 1978 году – 488 мм. Низкое испарение на Нижнедевицкой ВБС наблюдалось в 2010 году – 276 мм, 1965 году – 281 мм, 2015 году – 283 мм.

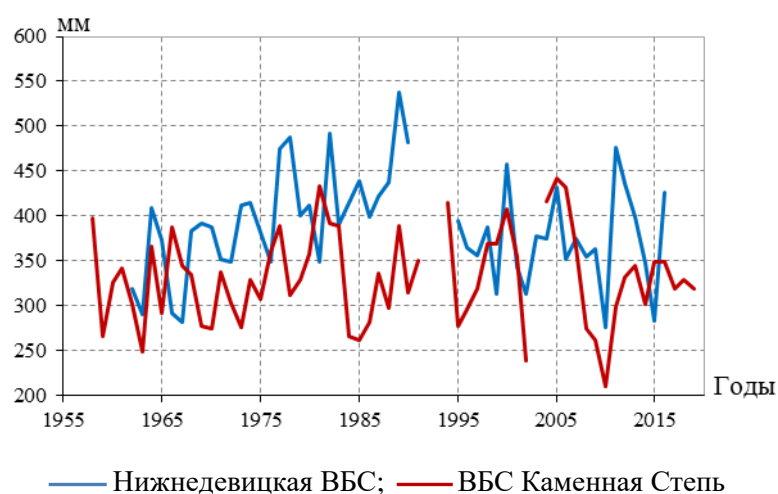


Рисунок 2.9 – Многолетние изменения суммарного испарения с суши (залежь) за теплый период года

На ВБС Каменная Степь наибольшее значения суммарного испарения за май-октябрь отмечено в 2005 году – 442 мм, а наименьшее в 2010 году - 210 мм.

Динамика колебаний суммарного испарения с суши в теплую часть года (май-октябрь) на Нижнедевицкой ВБС характеризуется хорошо выраженным ростом от начала наблюдений до 1989 года с растущим изменением величин испарения в среднем с 325 мм до 538 мм и последующим неравномерным снижением в среднем до 350 мм в диапазоне изменений 299-475 мм.

На ВБС Каменная Степь довольно интенсивный рост испарения с 265 мм в 1959 г. до 430 мм 1981 года сменился чередованием кратковременных подъемов с максимумом 2005 года (442 мм) и спадов с минимумом 2010 года (210 мм).

Подмосковная ВБС. Испарение с поверхности суши определялось на луговой площадке по испарителям ГГИ 500-50.

Средние месячные значения испарения на площадке с многолетними травами изменяются от 21 мм за октябрь до 78 мм за июль. За период 1956-2005 гг. наибольшее испарение 153 мм наблюдали в июне 2001 года.

Среднее многолетнее значение суммарного испарения за теплый период года (апрель-октябрь за 1956-2006 гг.) составляет 339 мм с максимумом 561 мм в 2004 году и минимумом 204 мм в 1958 г.

По направленности тенденций ход многолетних колебаний суммарного испарения с суши за теплый период года можно разделить на два периода со слабым ростом в период наблюдений до 1990 года и интенсивным ростом с 1991 года (рисунок 2.10).

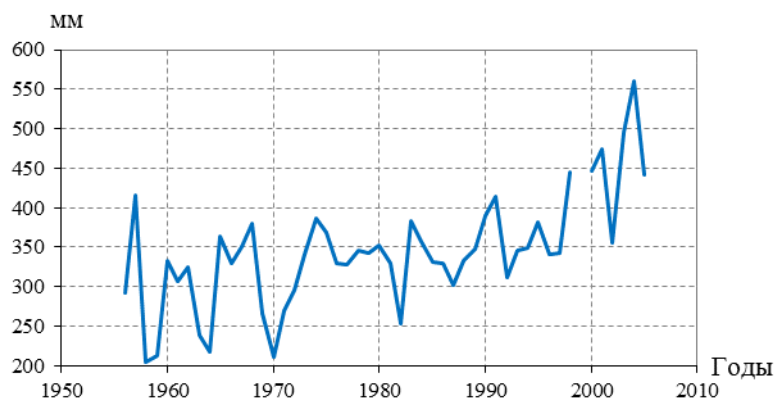


Рисунок 2.10 – Многолетние изменения испарения с суши за теплый период года (апрель-октябрь) на Подмосковной ВБС (многолетние травы)

Валдайская ВБС. Средние многолетние месячные величины испарения с болотного массива на логге Сосновом (притоке лога Таежного) в период наблюдений с июня по сентябрь за 1959-77, 1982-2002, 2004-11, 2013-15 гг. изменялись от 14 мм в сентябре до 30

мм в июле (по измерениям по болотному испарителю). Наибольшее испарение с суши на данном участке наблюдалось в августе 1972 года - 48 мм и июле 2010 года – 47,5 мм.

Среднее месячное испарение по данным наблюдений на почвенно-испарительной площадке на суходольном лугу (Центральная усадьба) по испарителю $F=0,3 \text{ м}^2$ в период с мая по сентябрь за 1949-86 гг. изменялось от 37 мм в сентябре до 93 мм с июня. Наибольшее испарение с суши в указанный период наблюдалось в июне 1973 года – 128,7 мм.

Средние многолетние месячные величины испарения с площадки на лугу лога Усадьевского в период май-сентябрь за 1952-86 гг. изменялись от 35 мм в сентябре до 86 мм в июне. Наибольшее испарение с суши здесь наблюдали в июне 1971 года – 133 мм.

Характерные величины испарения с суши на воднобалансовых станциях приведены в Приложении В.2.

2.4 Почвогрунты и подземные воды

2.4.1 Запас влаги в почвогрунтах

Запасы влаги в почвогрунтах на воднобалансовых станциях определялись гравиметрическим способом на водосборах (маршрутные съемки) и отдельных площадках до глубины 1 м.

Нижнедевицкая ВБС. Самые низкие запасы воды в почворунтах обычно наблюдаются в июле-августе, самые высокие в марте.

За период 1970-2018 гг. средняя годовая величина запасов влаги в метровом слое почвогрунтов на логе Долгом составляет 311 мм. Наименьшее значение 252 мм отмечено за маловодный 2015 год, наибольшее – 366 мм в многоводный 1990 год.

Весенние многолетние минимумы 240 мм в слое 0-100 см наблюдались в мае 1984 года, максимумы 486 мм в марте 1981 года. Наибольшие летние влагозапасы в верхнем метровом слое отмечены в июне 1983 г. – 371 мм, а наименьшие – в августе 2010 года 178 мм. За многолетний период наименьшая осенняя величина запасов влаги составила 178 мм в сентябре 2015 года, а наибольшая – 471 мм в сентябре 1983 года.

Зимний многолетний минимум влагозапасов 206 мм на логе Долгом зафиксирован в декабре 1994 года, а максимум 442 мм – в январе 1990 года.

Запасы влаги в почве по данным наблюдений в среднем возросли в течение всего года, за исключением апреля и августа. Незначительное снижение увлажнения верхнего метрового слоя почвогрунтов в апреле связано с более ранними сроками завершения снеготаяния, а август, в среднем, стал более засушливым, чем в предыдущий период. При этом в отдельные зимние и весенние месяцы величина влагозапасов может превышать

величину наименьшей полевой и капиллярной влагоемкости.

Возросшее общее увлажнение почвы, особенно в зимний и переходные периоды, сопровождается учащением формирования периодов с пониженным содержанием влаги в летний сезон, когда в течение декады и более содержание влаги может приближаться к влажности завядания ($W_{ВЗ}$) и даже опускаться ниже этого уровня. По данным наблюдений на ВБС повторяемость почвенных засух возросла в среднем с 1 случая в 10-15 лет до 1 случая в 5-7 лет.

ВБС Каменная Степь. Максимум естественной влажности почвы обычно бывает в конце марта – начале апреля, после схода снежного покрова. Средние годовые величины влагозапасов в метровом слое почвогрунтов за период 1970-2019 гг. составляют 303 мм на балке Степной и 287 мм на балке Солонцы. Наименьшая величина наблюдалась в 2015 году – 263 мм на балке Степной и 250 мм на балке Солонцы.

За период наблюдений 1970-2019 года на водосборе балки Степной весенний многолетний минимум 228 мм в слое 1 м наблюдался в мае 1975 года, максимум 436 мм – в марте 1981 года.

Наибольшие летние влагозапасы в верхнем метровом слое отмечены в июне 1990 года – 348 мм, а наименьшие – в августе 2002 года 184 мм.

За многолетний период наименьшая осенняя величина запасов влаги составила 185 мм в сентябре 1984 года, а наибольшая – 388 мм в ноябре 1970 года.

Зимний многолетний минимум влагозапасов 230 мм на водосборе балки Степной зафиксирован в декабре 2014 года, а максимум – 409 мм в январе 2007 года.

Тенденцией последних лет 2011-2019 гг. на ВБС Каменная Степь, как и на ВБС Нижнедевицкой, является уменьшение влагозапасов в почве во все сезоны. Существенное ухудшение показателей увлажнения метрового почвенного горизонта за последнее десятилетие наблюдается с наибольшим снижением влагозапасов в ноябре – на 43 мм, в июне - на 42 мм и апреле - на 40 мм.

Подмосковная ВБС. Многолетние колебания среднего месячного запаса влаги в почвогрунтах в слое до 100 см на водосборе руч. Прогоны происходили в диапазоне от 187 мм (август 2002 г.) до 451 мм (январь 1999 г.).

За период 1961-2020 годы среднее многолетнее значение запасов влаги в метровом слое почвогрунтов на руч. Прогоны составляет 344 мм. За 1966 год зафиксированы самые низкие влагозапасы – 278 мм, за 2020 год – самые высокие 397 мм.

Зимние влагозапасы в слое 0-100 см составляют в среднем 368-377 мм. В весенние месяцы среднемноголетние значения запасов влаги изменяются от 339 мм до 381 мм.

Иссушение почвы начинается в мае и продолжается до середины – конца августа. В условиях возросшей изменчивости климата в теплый период года возрастает вероятность формирования кратковременных, а в отдельных случаях и довольно продолжительных почвенных засух, когда запасы влаги в почве понижаются до значений, близких влажности завядания, как это наблюдалось в районе Подмосковной ВБС в 2002 и 2010 годах. Однако даже при таких неблагоприятных условиях осенью запасы влаги быстро восстанавливаются до значений, близких наименьшей полевой влагоемкости, и дефицит влаги к началу весеннего половодья отсутствует.

Летом наиболее низкие влагозапасы в почвогрунтах обычно наблюдаются в июле-августе. Наименьшие значения наблюдали в августе 2002 г. – 187 мм. Самые высокие запасы влаги отмечены в июле 2020 года – 426 мм.

В осенний сезон запасы влаги составляют в среднем 316-364 мм. Самая низкая величина 214 мм измерена в октябре 1966 года, наибольшая – 430 мм в октябре 1993 г.

Общей тенденцией за последние 30 лет является увеличение запасов влаги в почве в течение всего года с наибольшим ростом в марте – в среднем на 30 мм. Наименьшие изменения происходят в августе-сентябре.

Валдайская ВБС. Наблюдения за запасами влаги в почвогрунтах выполнялись на водосборах логов в период 1955-1992, 1999-2000 гг. За период наблюдений в течение года средние многолетние величины влагозапасов в метровом почвенно-грунтовом слое изменялись в диапазоне 219-297 мм на логе Усадьевском, 220-305 мм – на логе Таежном, 191-303 мм – на логе Синяя Гнилка, 126-200 мм – на логе Приусадебном. Низкие величины влагозапасов обычно наблюдаются в июле-сентябре, высокие – в марте-апреле.

Зимой наибольшие влагозапасы 378 мм наблюдались на логе Усадьевском в феврале 1987 года, а наименьшие 122 мм – в феврале 1971 года на логе Приусадебном.

В весенний сезон наибольшие значения 406 мм отмечены в марте 1987 года на логе Усадьевском, наименьшие 113 мм в мае 1979 на логе Приусадебном.

В летние месяцы наибольшие влагозапасы 376 мм зафиксированы в июле 1956 года на логе Таежном. Наименьшую величину 137 мм наблюдали в июле 1972 года на логе Усадьевском.

Осенью наиболее высокие значения влагозапасов 363 мм были в ноябре 1956 г. на логе Таежном, а наиболее низкие 55 мм – в сентябре 1972 года на логе Приусадебном.

Общая тенденция изменения запасов влаги в верхнем метровом слое почвогрунтов в последние десятилетия, наблюдаемая на воднобалансовых станциях, характеризуется их снижением в зоне недостаточного увлажнения и увеличением в зонах достаточного и избыточного увлажнения. При этом отмечается возрастание неравномерности увлажнения

почвогрунтов в разные годы в течение летнего сезона, где увеличилось число случаев возникновения существенного дефицита влаги, в том числе и в лесной зоне.

Характерные величины запасов влаги (мм) в почвогрунтах в слое 0-100 см на водосборах воднобалансовых станций приведены в Приложении Г.1.

Отсутствие данных наблюдений за последние годы не позволяет сделать объективный анализ динамики многолетних изменений запасов влаги в почвогрунтах.

2.4.2 Промерзание почвы

Глубина промерзания почвы зависит от температуры воздуха, высоты и плотности снежного покрова, степени увлажнения почвы, механического состава почвы, наличия и характера сельскохозяйственной обработки, микрорельефа, вследствие чего изменяется по годам и территории водосборов воднобалансовых станций.

Наблюдения за динамикой промерзания и оттаивания почвогрунтов на воднобалансовых станциях проводятся по мерзлотомерам, установленным на метеорологических площадках и в характерных пунктах на водосборах.

ВБС Каменная Степь. Зимой почва промерзает в среднем до 30-50 см в поле, а в очень холодные и малоснежные зимы – до 120 см. Средняя многолетняя глубина промерзания почвогрунтов на открытых участках составляет 19-30 см, а на облесенных – 14-18 см.

Наибольшее промерзание водосборов наблюдалось в 1971, 1972, 1980 и 2010 годах. На водосборе балки Степной поле с зябью у мерзлотомера №26 промерзло до глубины 111 см 17 марта 1972 года, а поле с зябью у мерзлотомера №3 – до 119 см к 31 марта 1980 года (рисунок 2.10). Максимальная глубина промерзания лесополос 87 см наблюдалась 20.03.1971 года у мерзлотомера №12 и 65 см 20.02.2010 года у мерзлотомера № 22.

Аномальные погодные условия зимы 2010 года обусловили интенсивное промерзание почвогрунтов на открытых участках до 98-102 см, а в лесополосах до 63-65 см.

За период 1970-1988 годы средняя максимальная глубина промерзания составляла 47 см в диапазоне от 36 см до 60 см, а в период 1988-2019 годы она уменьшилась в 1,6 раза до 29 см с промерзанием на разных участках в среднем до 21-33 см.

На рисунке 2.11 представлены многолетние изменения максимальной глубины промерзания на водосборе балки Солонцы. Средняя за период 1970-88 гг. глубина промерзания на данном участке составляла 60 см. В период 1989-2019 гг. средняя величина уменьшилась до 33 см, несмотря на локальные максимумы 2003 года (70 см), 2010 года (98 см) и 2012 года (75 см).

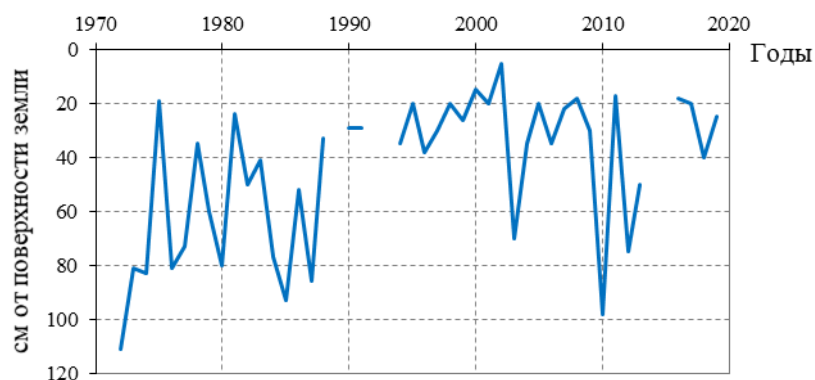


Рисунок 2.11 – Многолетняя динамика нижней границы глубины промерзания на водосборе балки Солонцы (мерзлотомер №26)

Нижнедевицкая ВБС. Промерзание почвы в зимнее время составляет в среднем 32 см в поле, а в исключительно холодные и малоснежные зимы – до 153 см. В лесополосах и вблизи их благодаря лесной подстилке и большому снегонакоплению промерзание в 2 раза меньше, чем в поле.

На открытых и облесенных участках местности средняя многолетняя глубина промерзания почвогрунтов изменяется в большом диапазоне – от 14 см в лесополосах на логе Долгом до 58 см на пашне на логе Малютка. За весь период наблюдений максимальное промерзание почвенного слоя до глубины 153 см отмечено во второй декаде апреля 1965 года на пашне лога Малютка. В период до 1987 года на логе Малютка в 6-ти случаях наблюдалось промерзание почвогрунтов до 150 см и более (глубина установки мерзлотомера составляет 150 см). С 1988 до 2019 года были отмечены только 2 случая, когда промерзание здесь превысило 100 см.

Анализ многолетних изменений глубины промерзания почвогрунтов показывает ее уменьшение от начала наблюдений к 2019 году с наиболее значимыми изменениями после 1988-89 годов (рисунок 2.12). Сравнительная оценка раннего (до 1988 года) и позднего

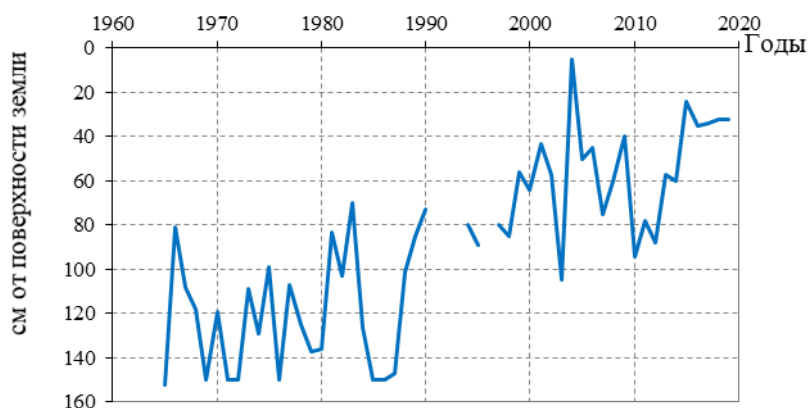


Рисунок 2.12 – Многолетняя динамика наибольшей за зиму глубины промерзания на логе Малютка (мерзлотомер №1)

(с 1988 года) периодов показала уменьшение максимальных глубин промерзания. До 1988 года средняя максимальная глубина промерзания составляла 85 см на открытых участках в диапазоне от 58 см до 124 см, а в период 1989-2019 годы она уменьшилась с промерзанием на разных участках до 28-62 см.

Подмосковная ВБС. За период наблюдений 1949-2020 годы по мерзлотомеру №1 средняя глубина промерзания составляет 48 см от поверхности земли. Наибольшая глубина промерзания наблюдалась 28.02.1949 года и составила 99 см. Глубокое промерзание почвенного слоя до 95 см было отмечено 20 февраля 1972 года и 17 марта 1973 года. Наименьшая глубина промерзания почвы за зиму измерена 12.12.1977 – 3 см, а также 18.12.1975 г. – 4 см.

Хронологический ход максимальной глубины промерзания характеризуется двумя периодами с пограничными годами в 1988-90 гг. Средняя глубина промерзания почвы в период 1949-1987 гг. составила 43 см, в период 1988-2020 гг. – 24 см. Особенности многолетних изменений раннего периода являются широкий диапазон ежегодных изменений от 3 см до 99 см и наличие фаз роста (1949-66, 1975-82 гг.) и уменьшения (1967-72, 1983-87 гг.). В поздний период диапазон изменений стал существенно ниже от 5 см (18.01.2017 г.) до 57 см (5.01.2003 г.) и в период 1990-2020 гг. (с перерывами в наблюдениях) наблюдается только одна многолетняя тенденция – уменьшение максимальной глубины промерзания (рисунок 2.13).

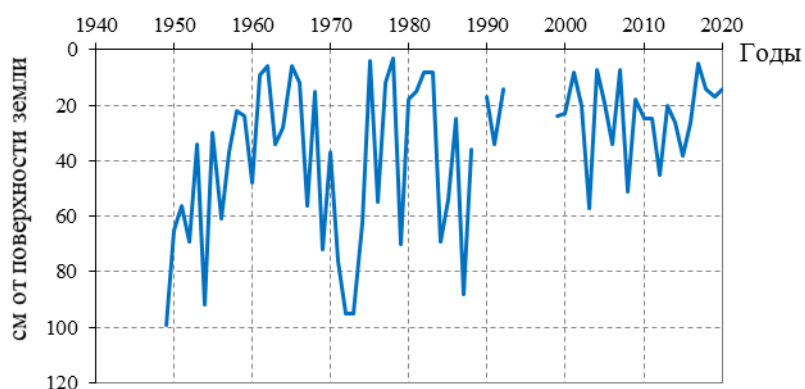


Рисунок 2.13 – Многолетняя динамика нижней границы глубины промерзания на водосборе р. Закзы (мерзлотомер № 31)

Валдайская ВБС. Средняя глубина промерзания почвы по данным мерзлотометров, установленных на разных наблюдательных площадках лога Таежного, за период 1952-2017 годы составляет 8-33 см. Самой низкой средней многолетней промерзаемостью почвогрунтов отличаются уголья с еловым древостоем на болоте с торфом – 8-12 см (мерзлотомеры №№ 8 и 9).

Наибольшая глубина промерзания чаще наблюдается на верхних и средних участках склонов с еловым древостоем, сложенных супесью и суглинками.

Наибольшее промерзание наблюдалось в 1972 году, когда почва к концу зимы промерзла до 98 см (мерзлотомер № 6). 1972 год был не только одним из самых холодных по температуре воздуха, но и по продолжительности морозного периода. В период с января по апрель 1972 года среднемесячная температура составила в январе ($-20,1^{\circ}\text{C}$), в феврале ($-11,1^{\circ}\text{C}$), в марте ($-9,4^{\circ}\text{C}$), в апреле ($-0,8^{\circ}\text{C}$). Кроме того, в зиму 1971/1972 годов максимальные запасы воды в снеге составили только 53 мм при норме – 127 мм, в то время как в годы, не отличавшиеся столь низкими температурами, и при снегозапасах соответствующих норме или близком к ней, промерзание почвогрунтов было существенно меньше.

Как видно из рисунка 2.14, максимальная глубина промерзания почвы за последние 25 лет уменьшилась. Наиболее существенное уменьшение отмечается с 1994 года. За период 1953-93 года средняя максимальная глубина промерзания составляла 24 см, в 1994-2018 гг. – 15 см.

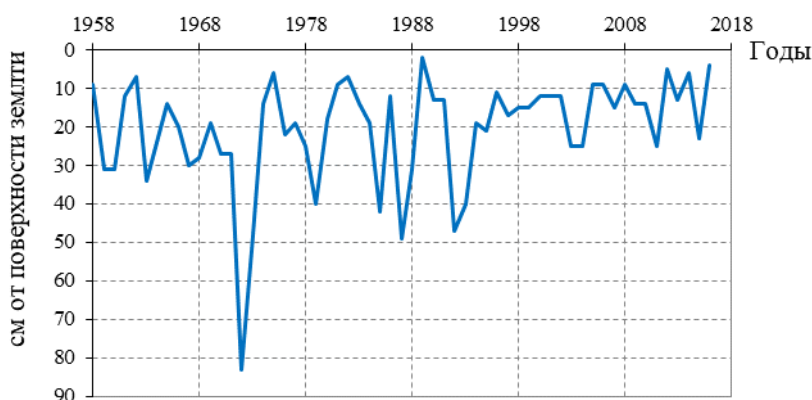


Рисунок 2.14 – Многолетние изменения максимальной глубины промерзания почвы на логе Таежном (мерзлотомер №10)

Снижение глубины промерзания почвогрунтов в среднем в 2 раза по сравнению с периодом до конца 1980-х годов наблюдается во всех зонах расположения воднобалансовых станций, причем сохраняется тенденция к ее дальнейшему уменьшению. При этом следует отметить случаи сравнительно глубокого промерзания при незначительной высоте снежного покрова или его отсутствии, даже при относительно непродолжительном похолодании с умеренными морозами.

Характерные величины максимального промерзания почвы на воднобалансовых станциях приведены в Приложении Г.2.

2.4.3 Уровни подземных вод

Малые водотоки воднобалансовых станций дренируют только верхние горизонты подземных (грунтовых) вод, на которые и были заложены наблюдательные скважины, наблюдения по которым производились с периодичностью в 5-10 дней.

ВБС Каменная Степь. На балке Степной подземные воды верхнего водоносного горизонта в самые засушливые годы залегают на глубине до 5,5 м в верхней части водосбора, до 4,0-4,5 м в средней части и до 2,0-2,5 м в нижней его части. В годы с высоким увлажнением грунтовые воды достигают поверхности на склонах балки в нижней половине водосбора, выклиниваются в русло и сбрасываются поверхностным стоком. Амплитуда колебаний уровней подземных вод в скважинах, расположенных на балке Степной, составляет от 2,3 до 4,5 м под культурными полями и до 5,5 м под лесополосой. Низкие уровни подземных вод наблюдались весной (5,53 м – скв.1) и летом 1956 года (2,4 м – скв.1001) м, а также осенью 2010 года (4,54 м – скв.706). Самые высокие уровни отмечены в весенние сезоны 1977 года (0,05 м по скв.710), 2005 года (0,15 м по скв.1001) и 2006 года (0,06 м по скв.706). На скважине 876, расположенной в притальвежной нижней части склона, в весенний период 2000-х годов отмечались неоднократные случаи выхода грунтовых вод на поверхность.

На рисунке 2.15 приведены многолетние изменения уровня воды по скважинам, расположенным на водосборах балок Степная и Солонцы за период с 1996 по 2015 год. Все эти скважины имеют неглубокое заложение и отражают динамику уровней верхнего водоносного горизонта. До 2003 года уровни воды колебались с амплитудой 1,5-2,0 м. Наиболее высоко уровни грунтовых вод стояли в 2003-2006 годах. В 2008 году началось падение уровней воды, наиболее значительное в верхних частях склонов, где уровни опустились в среднем на 3-4 м.

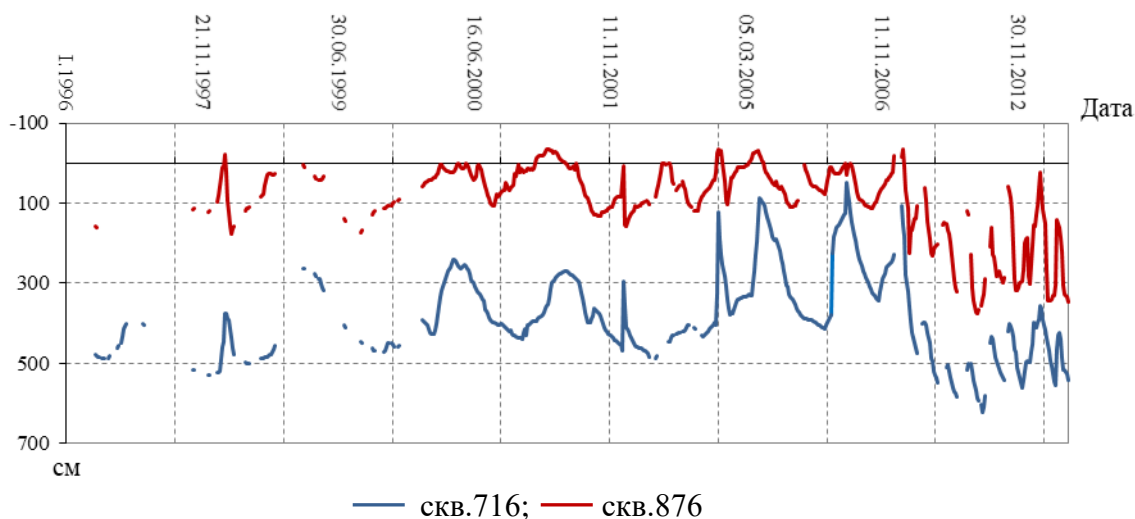


Рисунок 2.15 – Многолетние изменения уровня воды по скважинам, расположенным на водосборе балки Солонцы на ВБС Каменная Степь за период 1996-2015 гг.

Нижнедевицкая ВБС. Глубина действующих скважин, заложенных на водосборе лога Долгий на третий от поверхности постоянно действующий водоносный горизонт, составляет 26,9-30,0 м от поверхности земли. По материалам наблюдений на Нижнедевицкой ВБС амплитуда колебаний уровней подземных вод составила 2,6 м в скважине №14 и 2,84 м в скважине № 18.

Самые низкие уровни подземных вод наблюдались в скважине №14 – 28 января и 28 марта 1956 года (27,14 м), в скважине №18 – 28 марта 1956 года (23,11 м). Высшие уровни зафиксированы в скважине №14 – 8 ноября 2006 года (24,55 м), а в скважине №18 – 8 июня и 8 октября 2007 года, 2 марта 2008 года (20,27 м).

Уровни основного водоносного горизонта начали подниматься с 1978 года и к 2008 году выросли на 2,4-2,8 м, что составляет более 200-250 мм запаса воды. После 2008-2009 годов произошло снижение уровней грунтовых вод на 0,4-0,8 м, связанное со снижением их питания в конце 1990-х – начале 2000-годов (рисунок 2.16).

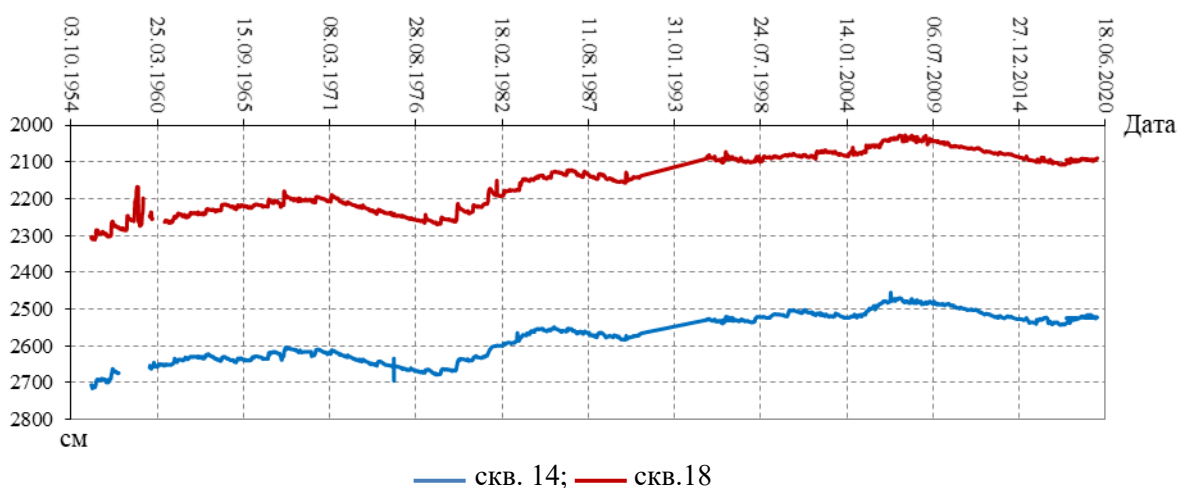
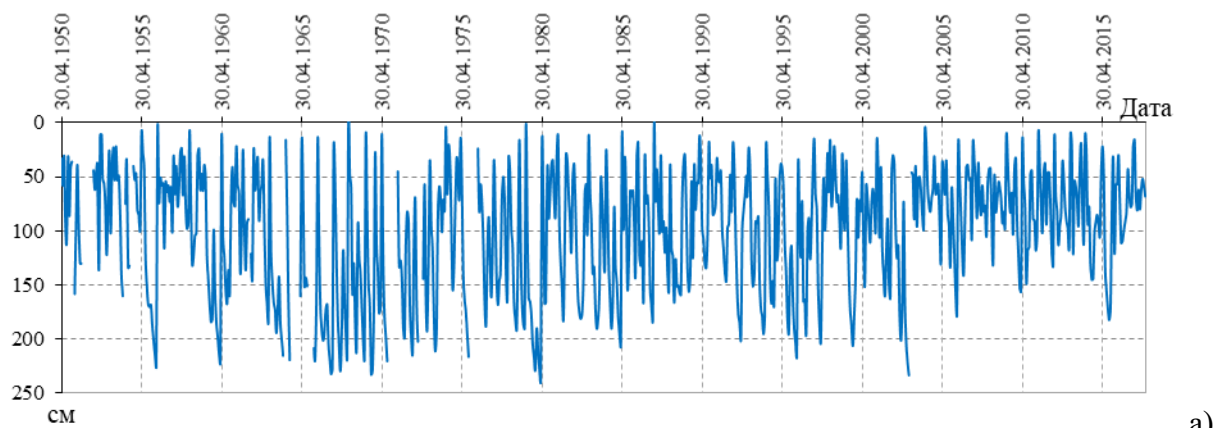


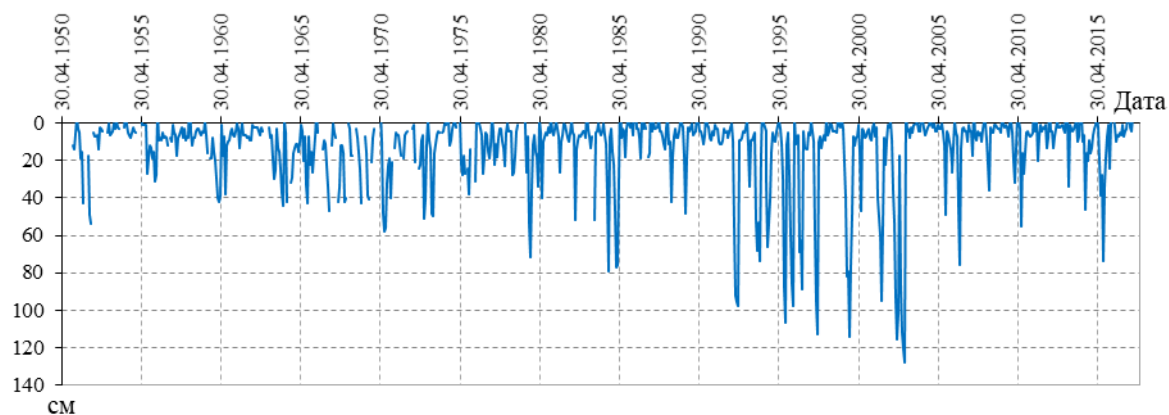
Рисунок 2.16 – Многолетние изменения уровней подземных вод от поверхности земли на Нижнедевицкой ВБС

Подмосковная ВБС. Наблюдения за уровнями подземных вод в последние десятилетия на воднобалансовой станции не производятся.

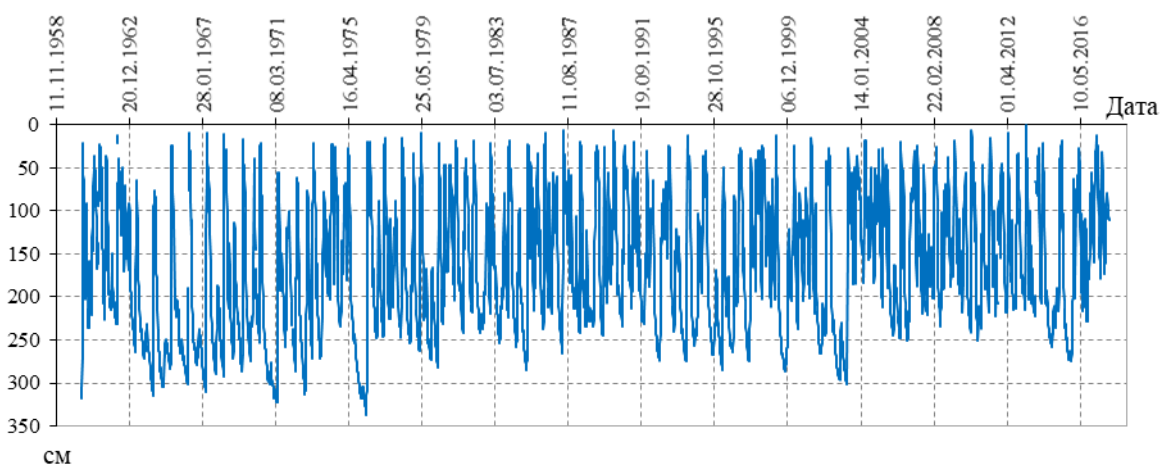
Валдайская ВБС. На рисунке 2.17 показаны многолетние изменения уровней подземных вод за наиболее длительный период наблюдений в скважинах 12, 16 и 18н на логе Таежном. Скважины расположены в средней части водосбора лога Таежного и характеризуют режим подземных вод на глубинах 1,3-5,0 м. Самые низкие уровни в скважине №12 наблюдались 31 марта 1980 года – 239 см от поверхности земли, в скважине №16 – 128 см 26 марта 2003 года, в скважине 18н – 337 см 25 марта 1976 года. Наивысшие уровни с выходом воды на поверхность зафиксированы в скважине №12 –



а)



б)



в)

Рисунок 2.17 - Многолетние изменения уровня воды по скважинам, расположенным на водосборе лога Таежного: а) скважина 12; б) скважина 16; в) скважина 18н

(-2 см) 31 марта 1968 года, в скважине №16 – (-20 см) 30 апреля 1979 года, в скважине 18н – 0 см 26 апреля 2013 г.

В скважине №12 уровни воды неравномерно понижались с 1950-х годов к 1969 г., затем наблюдается многолетнее повышение уровней до настоящего времени (рисунок 2.17а), что согласуется с уменьшением годовых осадков до 1972 года и их ростом с 1973

года. За период 1973-2017 г. уровни грунтовых вод в скважине 12 повысились в среднем на 50 см.

В расположенной ниже и менее глубокой скважине №16 ход многолетних колебаний уровней грунтовых вод отличается от динамики в скважине №12. Если по скважине 12 происходило уменьшение годовой амплитуды колебаний после 1970-х годов, обусловленное неравномерным ростом низших в году уровней в результате уменьшения сработки подземных вод, то по скважине 16 наблюдается обратная картина – увеличение годовой амплитуды колебаний и падение низших в году уровней до 2003 года с выраженной трендовой направленностью, т.е. увеличение сработки подземных вод (рисунки 2.17б).

Скважина 18н расположена на 4,56 м выше скважин 12 и на 5,83 м выше скважины 16. Самые низкие уровни грунтовых вод наблюдались до 1976 года (рисунок 2.17в). Затем происходил их неравномерный рост с чередованием фаз подъемов и снижения. В период 1992-2003 гг. наблюдалась серия лет наибольшей частоты сработки уровней ниже 208,6 м абс., которые, однако, были выше уровней раннего периода 1964-75 годов.

Изменения режима уровней воды верхних водоносных горизонтов в полуаридной зоне и зонах достаточного и избыточного увлажнения характеризуются разнонаправленными тенденциями.

В лесостепной и степной зонах период повышенного стояния уровней грунтовых вод в 2000-е годы сменился существенным их падением. Эта тенденция сохраняется здесь, несмотря на сравнительно высокие годовые суммы осадков в 2010-е годы.

В лесной зоне уровни грунтовых вод верхнего горизонта в целом повысились, однако число случаев выхода этих вод на поверхность, особенно в верхних и средних частях склонов, сократилось, что свидетельствует о более благоприятных условиях их разгрузки.

Характерные уровни подземных вод приведены в Приложении Д.

2.5 Речной сток

2.5.1 Годовой сток

На *Нижнедевицкой ВБС* наибольший годовой слой стока наблюдался на логе Малютка в 1987 году – 155 мм и в 1955 году на логе Долгий - 141 мм (рисунок 2.18). С 2004 года сток на логах отсутствует даже в период весеннего половодья. Последний раз сток здесь был зафиксирован в 2003 году и составил 17,7 мм. Следует отметить, что 44% водосбора лога Долгий занято лесом.

На ВБС *Каменная Степь* наибольший годовой слой стока наблюдался в 1955 г., по балке *Степная* он составил 143 мм, по балке *Солонцы* – 173 мм. В засушливые годы слой стока по балке *Степная* снижается до 1,7-5,5 мм (2009, 20011-13, 2015 гг.), а по балке *Солонцы* может полностью отсутствовать (1959, 2008, 2009 гг.), (рисунок 2.18). На водосборах станции *Каменная Степь* поверхностный сток формируется преимущественно в период весеннего снеготаяния. Доля снегового питания на водосборах балок *Степная* и *Солонцы* составляет 94-95%, поэтому многолетние тенденции годового стока обуславливаются изменчивостью весеннего стока.

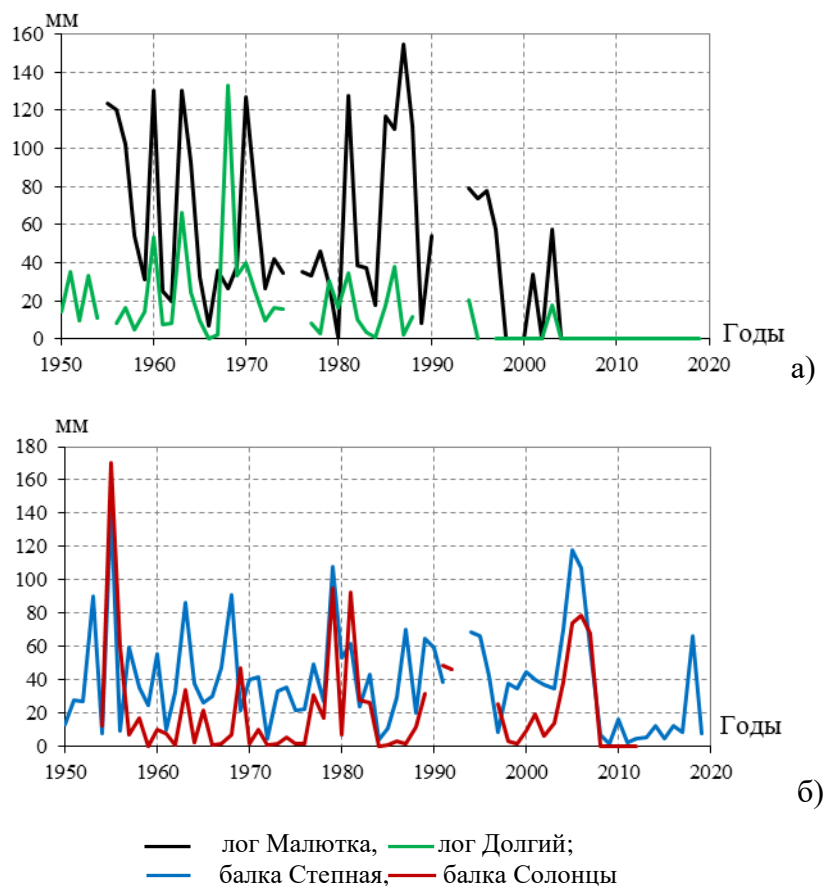


Рисунок 2.18 – Многолетние изменения годового слоя стока (мм): а) на логах Нижнедевицкой ВБС; б) на балках ВБС *Каменная степь*

На *Подмосковной ВБС* на р. *Медвенка* – выше устья р. *Закзы* ($A=21,5 \text{ км}^2$) наибольшие величины среднего годового стока 210,5 л/с наблюдались в 1997 году (рисунок 2.19). Самый низкий сток был в 1965 году – 72,8 л/с. Годовой сток р. *Медвенка* в течение 1970-х годов скачкообразно возрос со средней величины 121 л/с за период с 1955 по 1977 год до 150 л/с за период с 1978 по 2010 год. С 1990-х годов на сток р. *Медвенки* оказывает влияние антропогенная нагрузка на территорию, особенно сильно возросшая в конце 2000-х – 2010 годов.

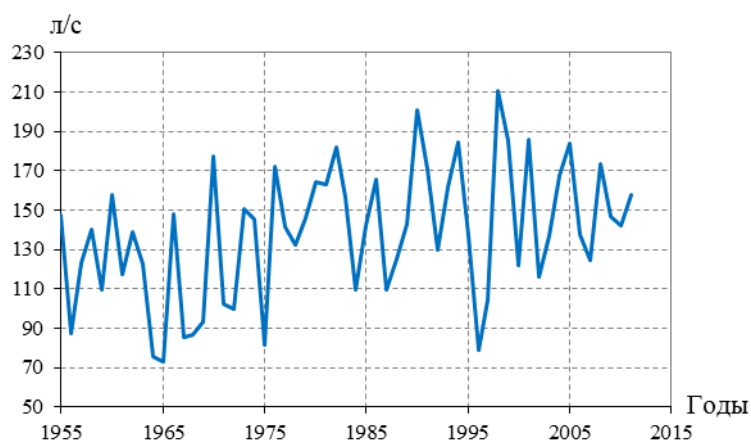


Рисунок 2.19 – Многолетние изменения годового стока р. Медвенка – выше устья р. Закзы (ВБС Подмосковная)

На *Валдайской ВБС* режимные наблюдения, за различными характеристиками поверхностного стока, начиная с 1936 года, в общей совокупности и различной продолжительности проводились на 35 стоковых постах: 7 постов на реке Полометь, 8 постов на малых реках и ручьях, 20 постов на логах.

На рисунке 2.20 представлены многолетние (1947-2018 гг.) колебания годового стока на трех гидрометрических створах р. Полометь с различными значениями водосборной площади, соответственно 631, 1180 и 2180 км². Минимум водности наблюдался в начале 1970 годов прошлого столетия, а максимум водности был пройден в середине нулевых годов нашего века.

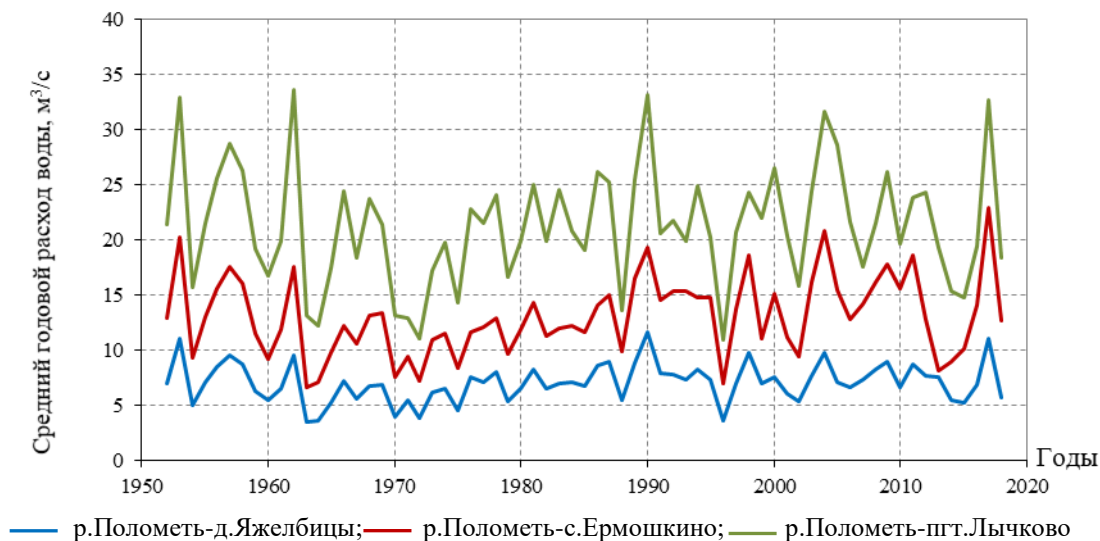


Рисунок 2.20 – Многолетние изменения годового стока на реке Полометь (Валдайская ВБС)

.Многолетние колебания годового стока на малых реках (рисунок 2.21) и первичной гидрографической сети (рисунок 2.22) так же показывают на увеличение годового стока.

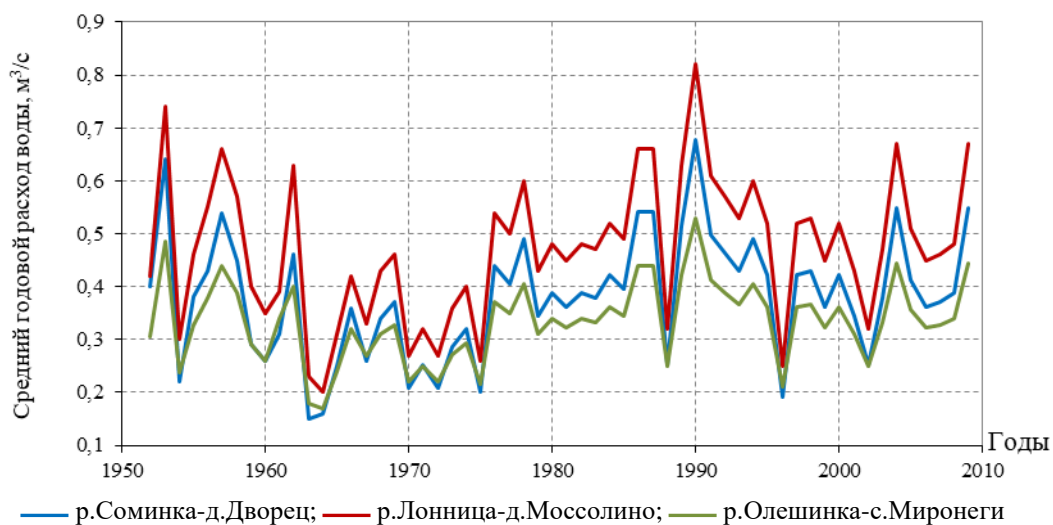


Рисунок 2.21 – Многолетние изменения годового стока на малых реках (Валдайская ВБС)

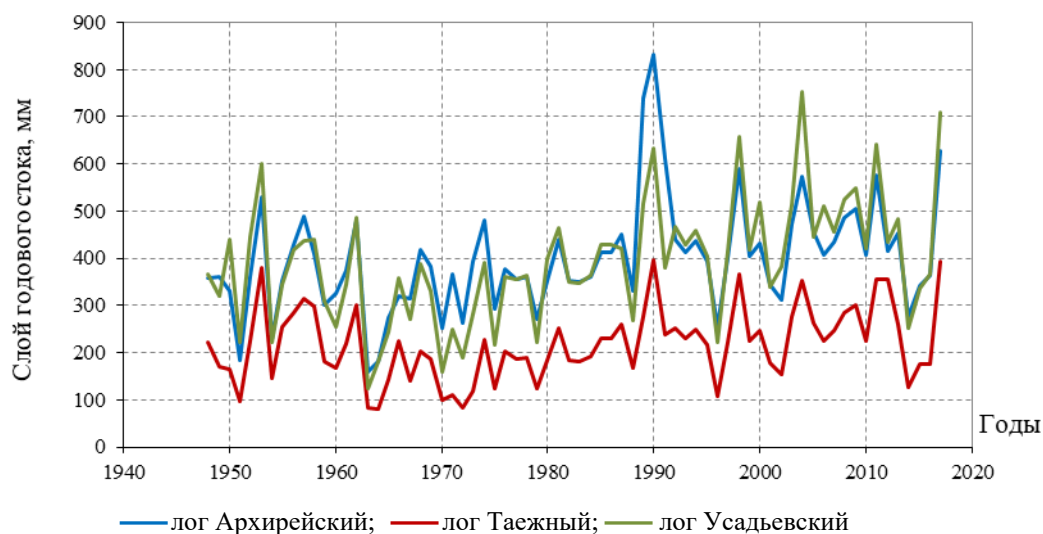


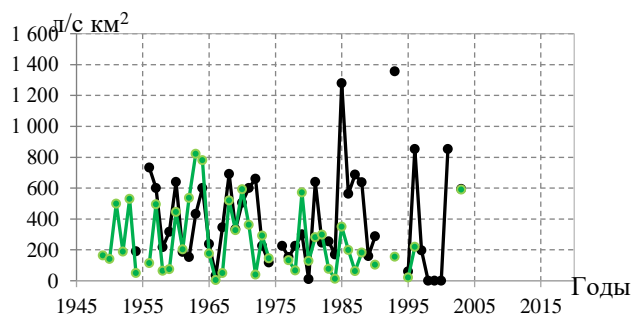
Рисунок 2.22 – Многолетние изменения годового стока в логах (Валдайская ВБС)

2.5.2 Максимальный сток весеннего половодья

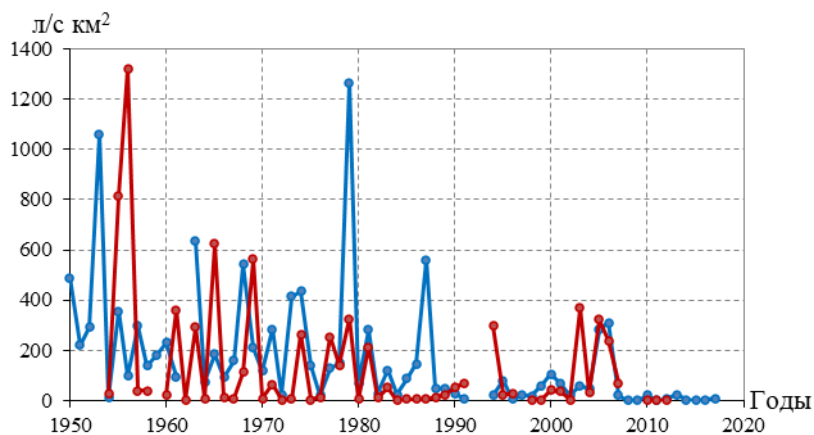
Нижнедевицкая ВБС. Наибольшие слои стока за половодье на логах Малютка и Долгом отмечались в 1963 году 125,2 мм и 66,1 мм, соответственно. По данным наблюдений Нижнедевицкой ВБС в последние десятилетия поверхностный сток на логах в период весеннего половодья отсутствует.

Несмотря на то, что площадь водосбора лога Малютка ($A=0,05 \text{ км}^2$) в 51,4 раза меньше водосбора лога Долгого ($A=2,57 \text{ км}^2$), многолетние изменения максимальных модулей стока половодья на обоих логах происходили в одном диапазоне 3,7-821 л/с·км²,

за исключением 1985, 1993 и 2001 годов (рисунок 2.23а). На логе Малютка колебания максимальных модулей весеннего стока в диапазоне от 9 л/с·км² (1980 г.) до 733 л/с·км² (1956 г.) наблюдались до 1984 года, после которого произошло существенное увеличение вариации значений за счет максимумов 1280 л/с·км² (1985 г.) и 1356 л/с·км² (1993 г.). За период наблюдений на логе Долгом максимальный сток изменялся от 3,7 л/с·км² (1966 г.) до 821 л/с·км² (1963 г.).



а)



б)

— лог Малютка, — лог Долгий;
— балка Степная, — балка Солонцы

Рисунок 2.23 – Многолетние изменения максимального модуля стока весеннего половодья: а) на логах Нижнедевицкой ВБС; б) на балках ВБС Каменная степь

ВБС Каменная Степь. Модуль максимального стока изменялся: на балке Степной – от 1266 л/с·км² в 1979 г. до 1,85 в 2015 г.; на балке Солонцы от 1321 л/с·км² в 1956 г. до 0,24 л/с·км² в 2010 г. (рисунок 2.23б). За многолетний период наблюдений максимальные модули стока весеннего половодья на балке Степной ($F=1,92$ км²) снизились (по линейному тренду) почти в 40 раз с 340 л/с·км² в начале 50-х годов XX века до 1-8 л/с·км² в последние годы наблюдений 2014-2017 гг. (рисунок 2.23.б). На балке Солонцы ($F=0,25$ км²) максимальные модули стока половодья неравномерно снижались с середины 50-х годов XX века с 280 л/с·км²(по тренду) до 1,16 л/с·км² в 1984 году, после чего изменения

максимального стока происходили в диапазоне до $70 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ с одиночными максимумами 1994, 2003, 2005, 2006 годы с модулями стока $298\text{-}368 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$.

Подмосковная ВБС. По данным наблюдений на р. Медвенка распластывание половодья и уменьшение коэффициентов его стока повлекло снижение в 2-3 раза модулей максимальных расходов воды половодья, которые в последние 20 лет не превышают $200\text{-}300 \text{ л/с км}^2$ (рисунок 2.24). В ряду наблюдаемых в замыкающем створе Подмосковной ВБС мгновенных максимальных расходов первым является снеговой по генезису расход 1952 года (981 л/с км^2). Даже в случае высоких коэффициентов стока высокие расходы половодья в последние десятилетия не наблюдаются, а их изменчивость в последние 30 лет значительно уменьшилась. Необходимо отметить, что в случае выпадения ливневых осадков, близких по слою и интенсивности осадкам 19.07.1976 г., в современных условиях уменьшения свободной емкости бассейна можно ожидать формирование уменьшения свободной емкости бассейна можно ожидать формирование максимального расхода, приближающегося по величине или даже превосходящего максимальный наблюдаемый снеговой максимум.

Интенсивная застройка прилегающей к Подмосковной ВБС местности и водосбора р. Медвенки в целом оказывает влияние на речной сток в период весеннего половодья.

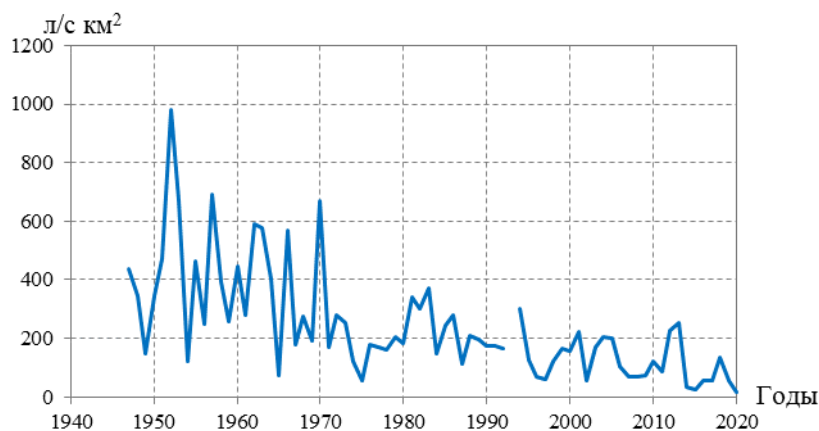


Рисунок 2.24 – Многолетние изменения максимального модуля стока весеннего половодья р. Медвенка – выше впадения р. Закзы

Валдайская ВБС. На рисунке 2.25 представлены многолетние (1947-2018 гг.) изменения слоя стока воды за половодье на трех гидрометрических створах реки Полометь с различными значениями водосборной площади. За представленный период наблюдений прослеживается снижение значений слоя воды за половодье. Наибольшие изменения слоев стока воды за половодье наблюдаются в нижнем течении реки (пгт. Лычково), где происходит его заметное снижение.

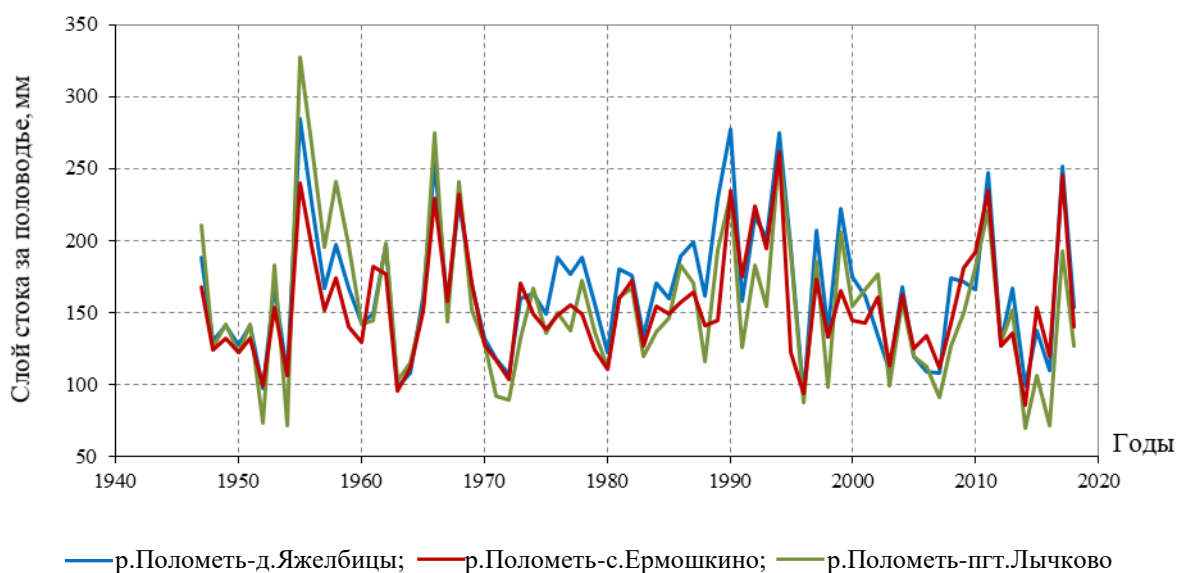


Рисунок 2.25 – Многолетние изменения слоя стока за половодье на реке Полометь (Валдайская ВБС)

Многолетние изменения слоев стока воды за половодье на трех малых реках (рисунок 2.26) показывают тенденцию на его снижение. В то же время, аналогичные изменения для элементов первичной гидрографической сети (рисунок 2.27) носят разнонаправленный характер при некотором преобладании к повышению слоев половодья.

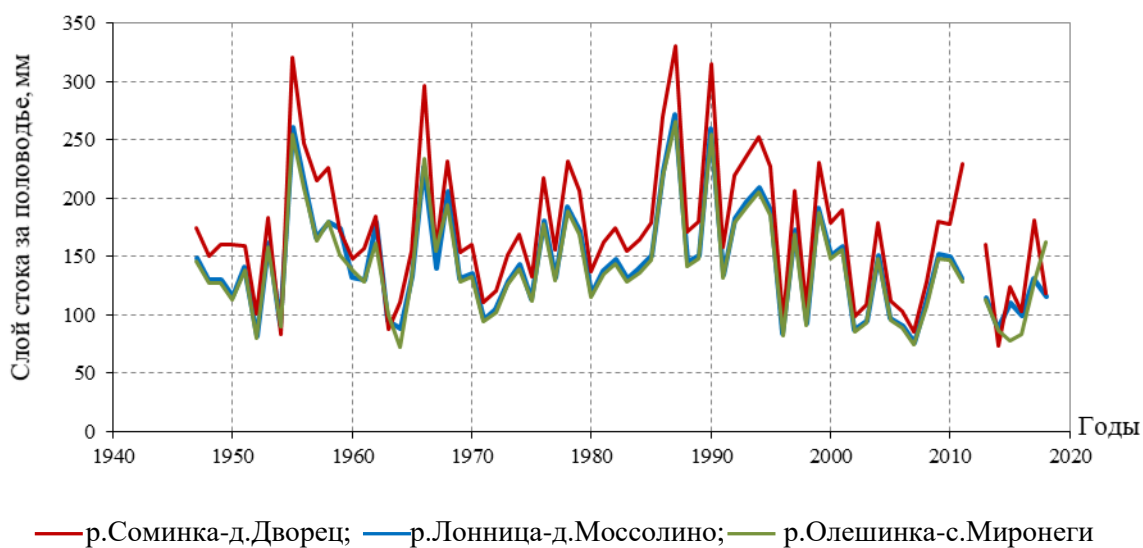


Рисунок 2.26 – Многолетние изменения слоя стока за половодье на малых реках (Валдайская ВБС)

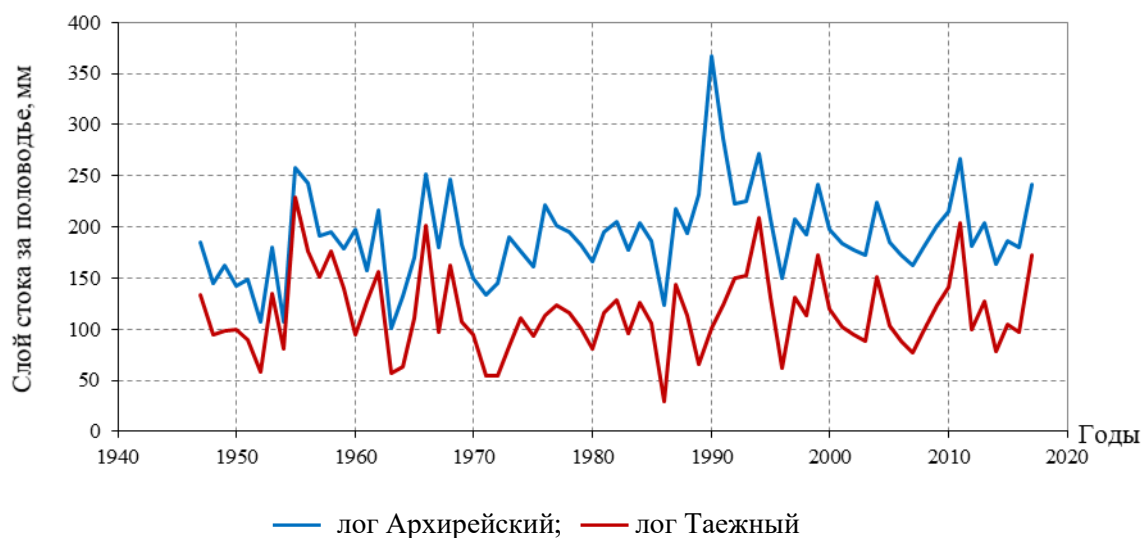


Рисунок 2.27 – Многолетние изменения слоя стока за половодье в логах (Валдайская ВБС)

Многолетние изменения максимальных расходов воды за половодье на реке Полонь (рисунок 2.28) показывают их устойчивое снижение. Изменения максимальных расходов воды на малых реках (рисунок 2.29) и в первичной гидрографической сети (рисунок 2.30) также указывают на их уменьшение.



Рисунок 2.28 – Многолетние изменения величины максимального расхода воды за половодье на реке Полонь (Валдайская ВБС)

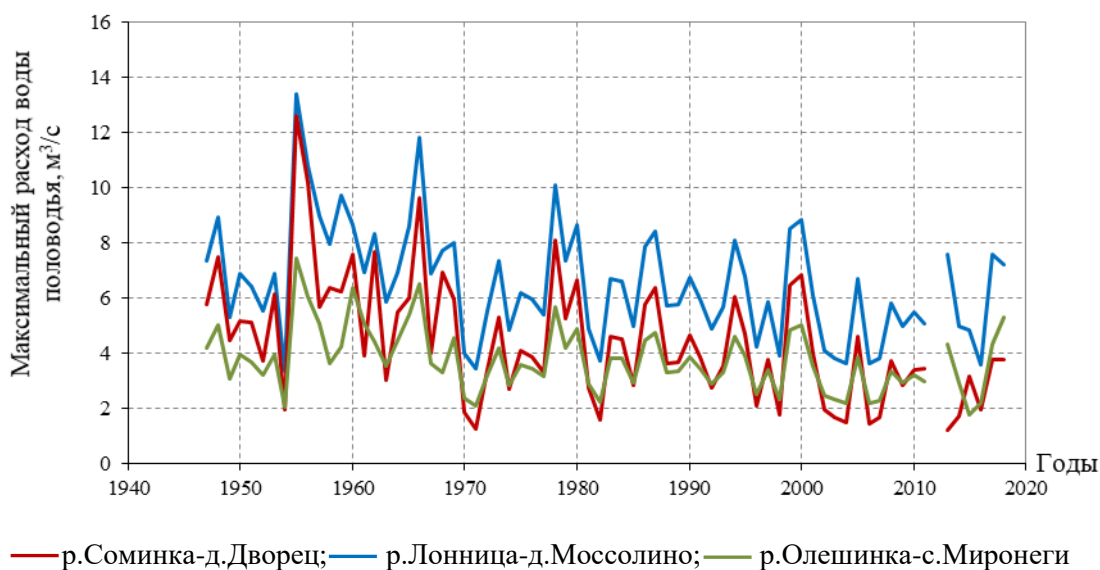


Рисунок 2.29 – Многолетние изменения величины максимального расхода воды за половодье на малых реках (Валдайская ВБС)

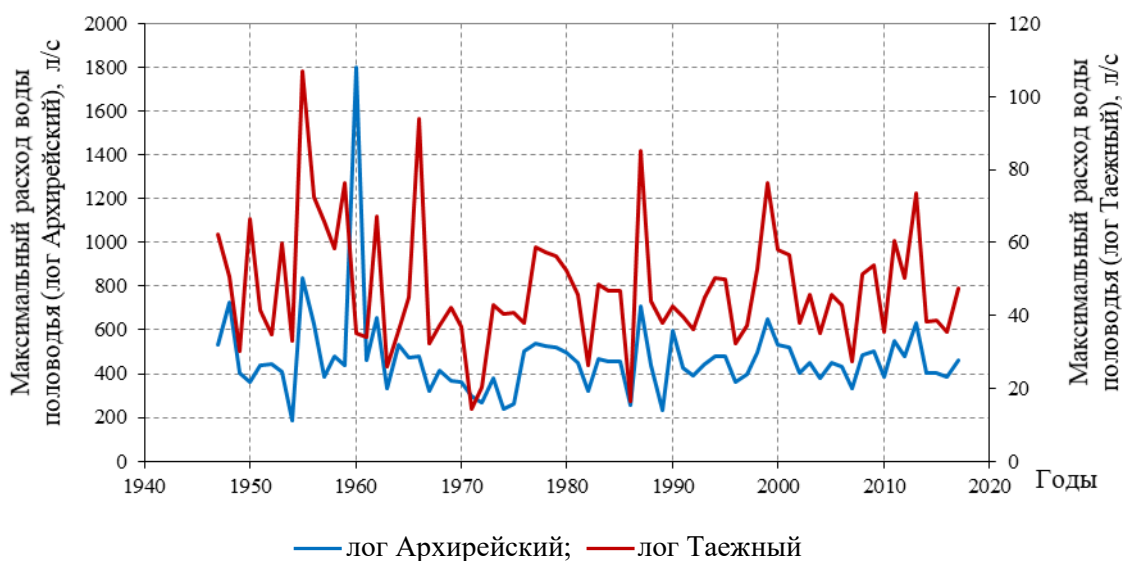
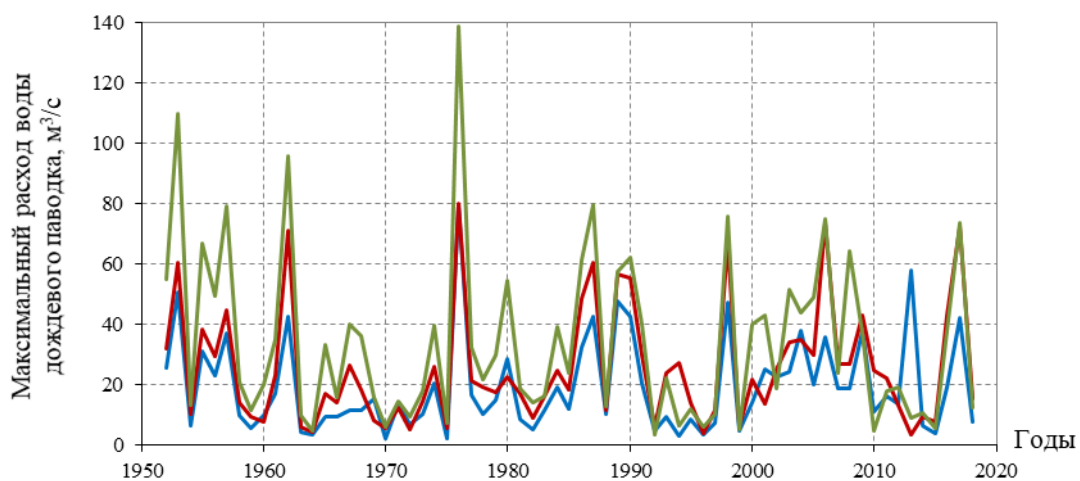


Рисунок 2.30 – Многолетние изменения величины максимального расхода воды за половодье в логах (Валдайская ВБС)

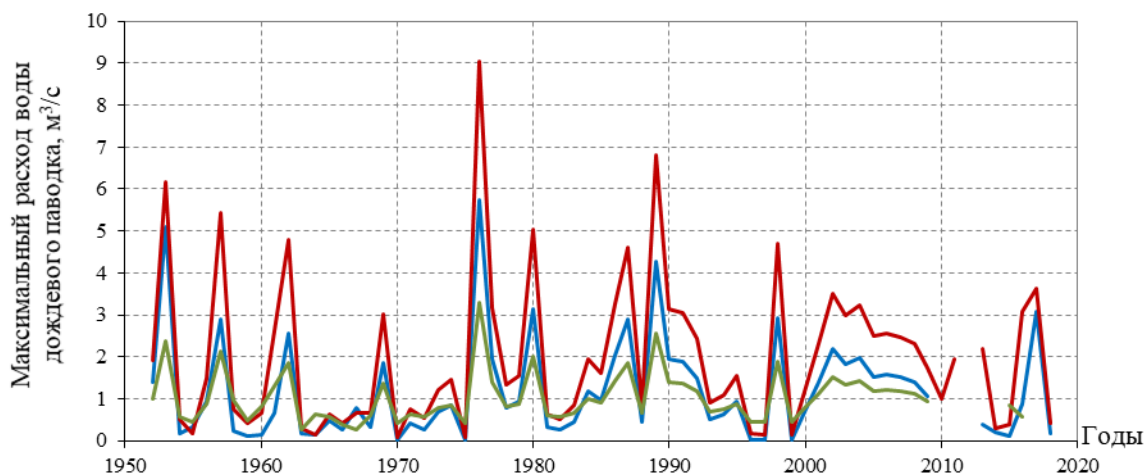
Многолетние изменения максимальных расходов воды дождевых паводков на реке Полонь показывают, что в верховьях реки (п. Яжелбицы) и в замыкающем створе (Лычково) наблюдается заметная тенденция к увеличению максимального стока дождевых паводков (рисунок 2.31).



— р.Полометь-д.Яжелбицы; — р.Полометь-с.Ермошкино; — р.Полометь-пгт.Лычково

Рисунок 2.31 – Многолетние изменения максимального расхода воды дождевого паводка на реке Полометь (Валдайская ВБС)

Многолетние изменения дождевых максимумов за рассматриваемый период наблюдений на малых реках (рисунок 2.32) и на элементах первичной гидрографической сети (рисунок 2.33) в целом показывают синхронность колебаний максимальных расходов воды.



— р.Соминка-д.Дворец; — р.Лонница-д.Моссолино; — р.Олешинка-с.Миронегги

Рисунок 2.32 – Многолетние изменения максимального расхода воды дождевого паводка на малых реках (Валдайская ВБС)

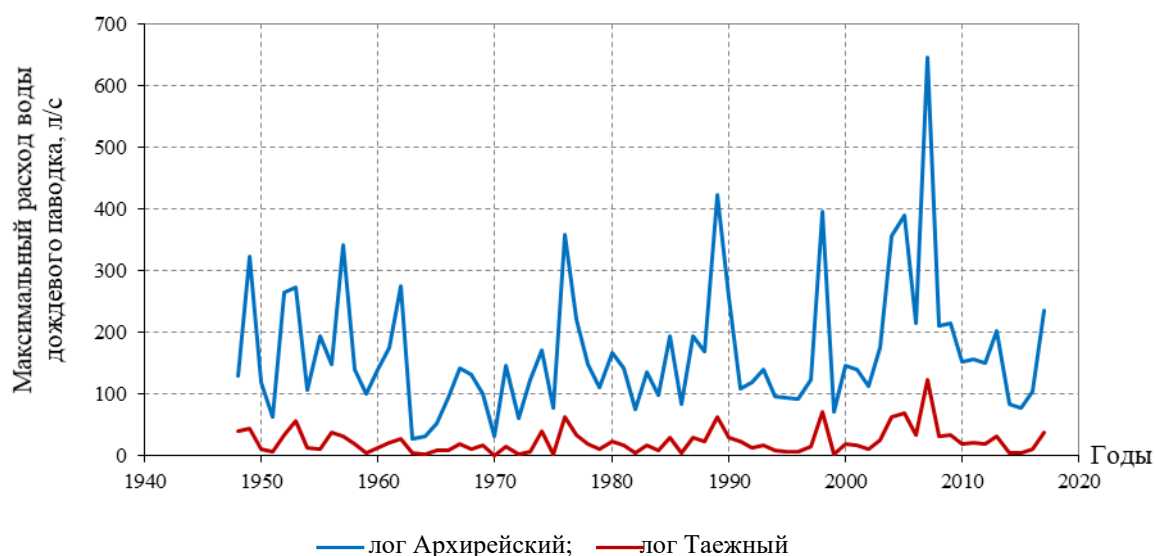


Рисунок 2.33 – Многолетние изменения максимального расхода воды дождевого паводка в логах (Валдайская ВБС)

2.5.3 Минимальный сток

Нижнедевицкая ВБС и ВБС Каменная Степь. Минимальный 30-суточный и суточный сток в логах Нижнедевицкой ВБС и балках ВБС Каменная Степь ежегодно отсутствует из-за их пересыхания или промерзания в меженные периоды года.

Подмосковная ВБС. Устойчивая летне-осенняя межень в последние десятилетия наблюдается только в отдельные годы, а ее продолжительность колеблется от нескольких суток до двух-трех недель. В аномально жаркое и засушливое лето 2010 года устойчивая летняя межень продолжалась всего около месяца.

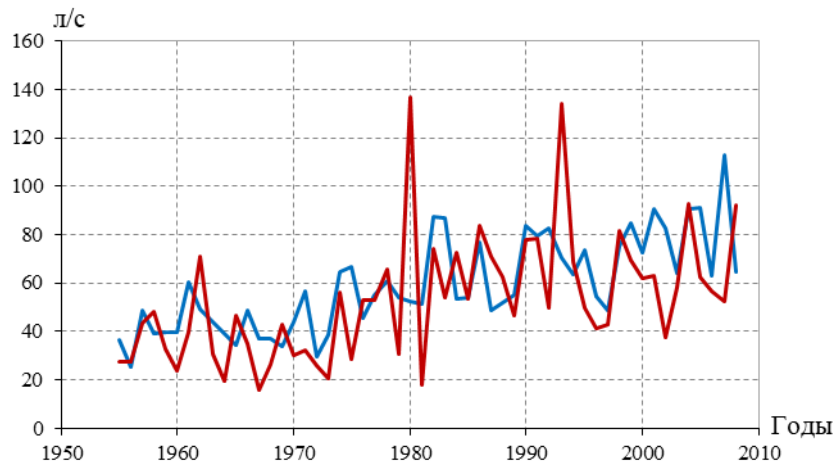
В районе Подмосковной ВБС наиболее значительное увеличение меженного стока наблюдается в зимний период. На рисунке 2.34а приведены изменения минимальных летних и зимних месячных расходов воды. В период 1978-2009 гг. средние месячные минимальные расходы зимней межени возросли в среднем до 50-80 л/с. Зимняя межень при оттепелях в последние десятилетия прерывается невысокими многочисленными зимними паводками, во время которых средние суточные расходы воды превышают 100 л/с. Минимальные зимние и летние суточные расходы воды также увеличились в 2-3 раза (рисунок 2.34б), что свидетельствует о возросшей доле подземного питания. Даже в период засухи 2010 года, сопровождавшейся экстремально высокими температурами воздуха, минимальные летние расходы воды не опускались ниже 30 л/с, что в 1,5-2,0 раза выше, чем в 1950 – 1970 годы.

Валдайская ВБС. Многолетние изменения минимального летнего стока за рассматриваемый период наблюдений на малых реках (рисунки 2.35, 2.36) и на элементах

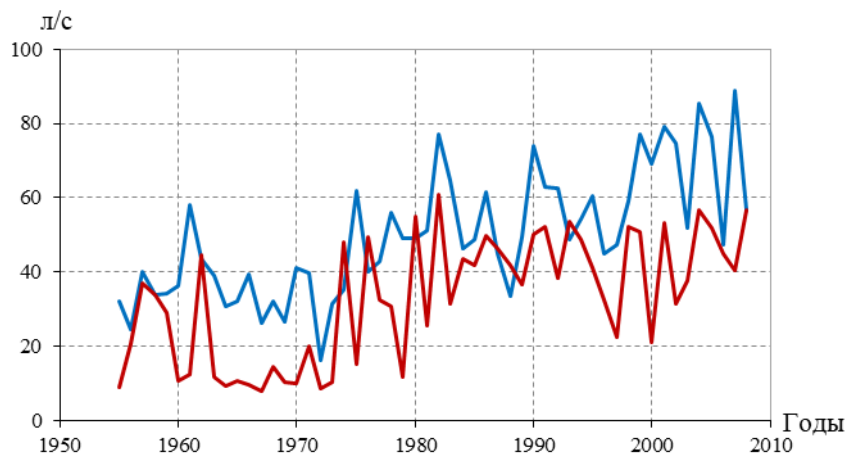
первичной гидрографической сети (рисунок 2.37) свидетельствуют о тенденции на повышение минимальных 30-дневных расходов воды.

Зимний минимальный сток на реке Полонь показывает более интенсивное и однородное (от площади водосбора) его увеличение (рисунок 2.38). Многолетняя цикличность водности зимней межени не проявляется. Наблюдается общее повышение зимнего межени стока за весь период наблюдений.

Аналогичные изменения зимнего минимального стока на малых реках (рисунок 2.39) и на элементах первичной гидрографической сети (рисунок 2.40) имеют еще более выраженную тенденцию на повышение минимальных 30-дневных расходов воды.



а)



б)

Рисунок 2.34 – Многолетние изменения минимальные зимних (—) и летних (—) расходов воды р. Медвенка – выше впадения р. Закзы:

а) минимальный месячный речной сток; б) минимальный суточный речной сток

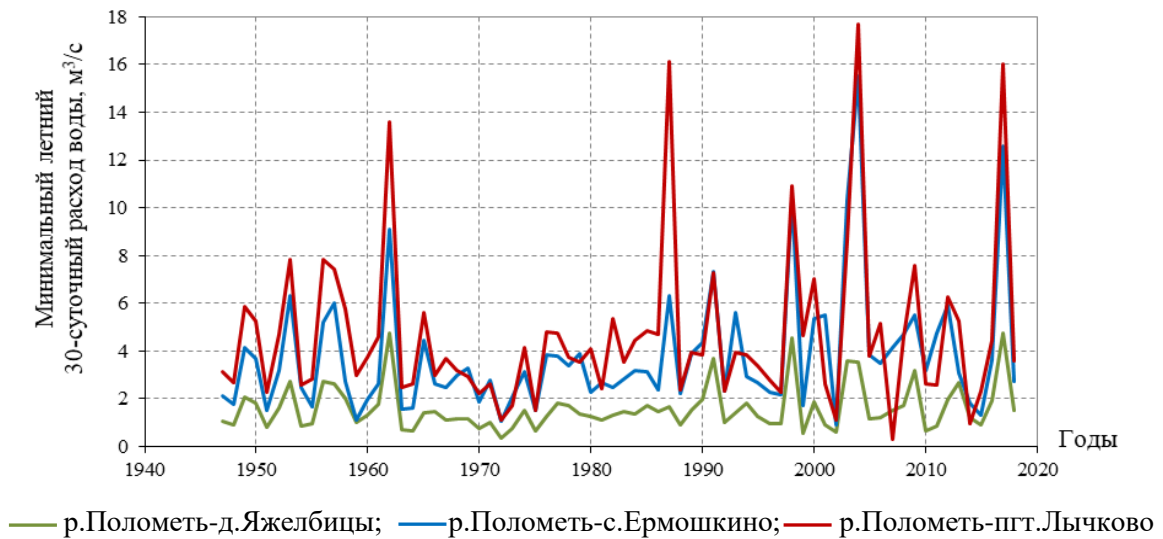


Рисунок 2.35 – Многолетние изменения минимальных летних расходов воды на реке Полометь (Валдайская ВБС)

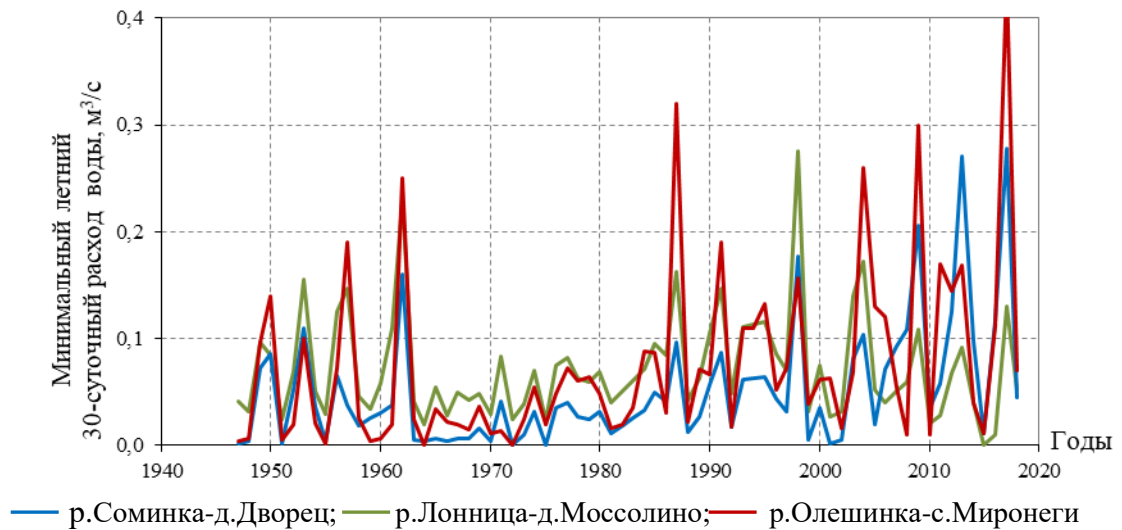


Рисунок 2.36 – Многолетние изменения минимальных летних расходов воды на малых реках (Валдайская ВБС)

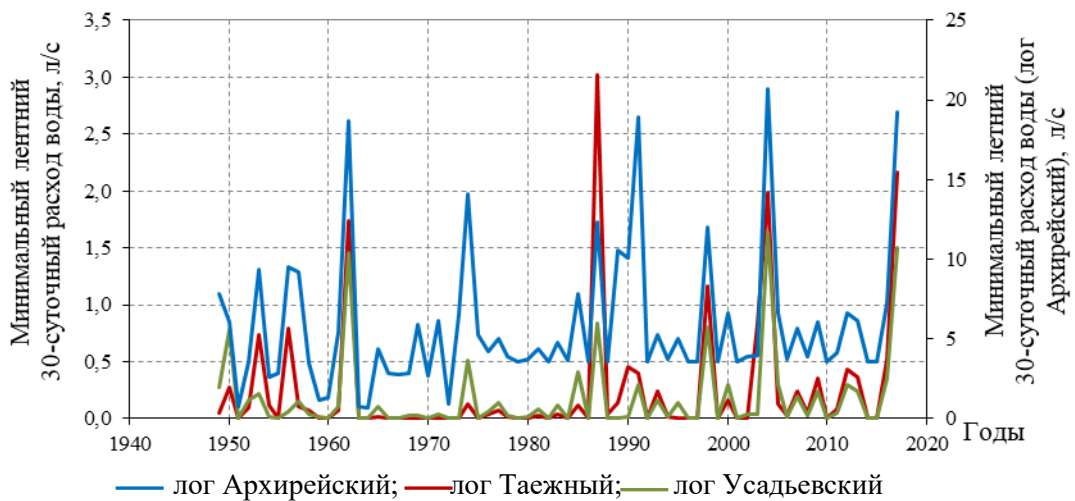
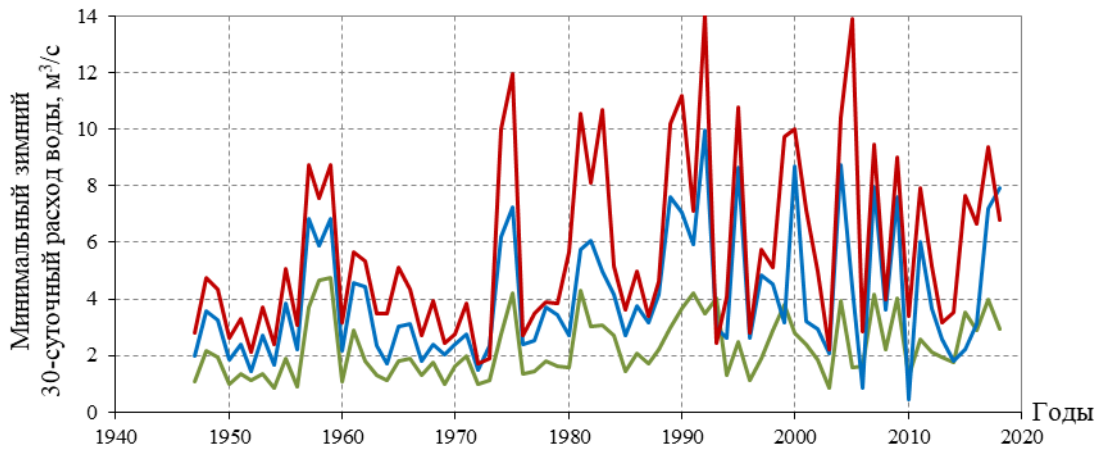
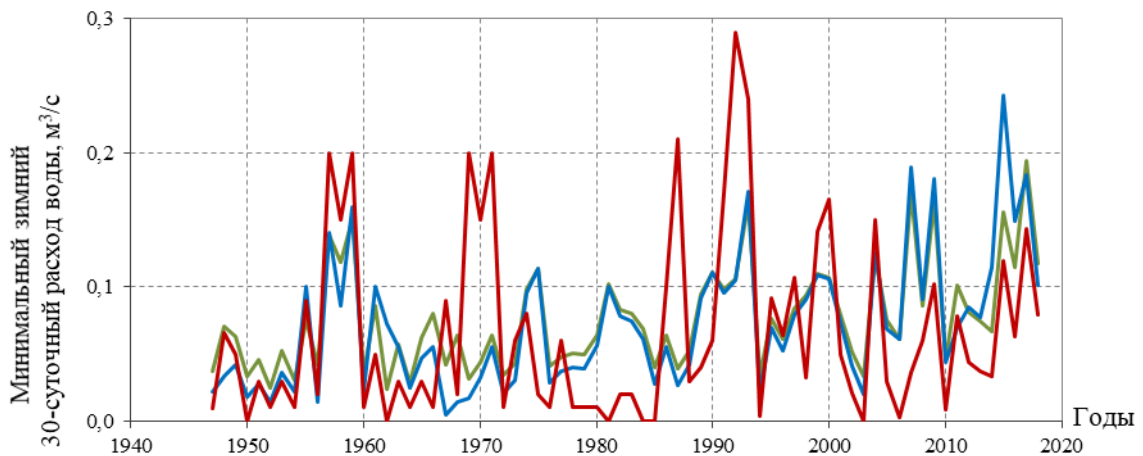


Рисунок 2.37 – Многолетние изменения минимальных летних расходов воды в логах (Валдайская ВБС)



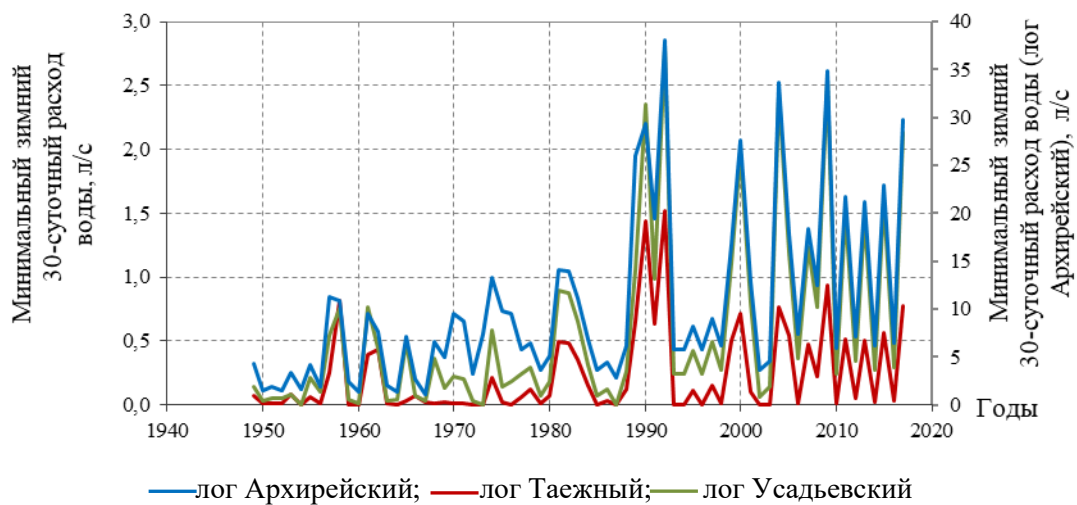
— р.Полометь-д.Яжелбицы; — р.Полометь-с.Ермошкино; — р.Полометь-пгт.Лычково

Рисунок 2.38 – Многолетние изменения минимальных зимних расходов воды на реке Полометь (Валдайская ВБС)



— р.Соминка-д.Дворец; — р.Лонница-д.Моссолино; — р.Олешинка-с.Миронег

Рисунок 2.39 – Многолетние изменения минимальных зимних расходов воды на малых реках (Валдайская ВБС)



— лог Архирейский; — лог Таежный; — лог Усадьевский

Рисунок 2.40 – Многолетние изменения минимальных зимних расходов воды в логах (Валдайская ВБС)

Параметры и расчетные значения характеристик стока рек ВБС приведены в Приложении Е. Расчеты выполнены в соответствии с СП 33-101-2003.

2.6 Анализ причин многолетних изменений элементов водного баланса на основе математического моделирования

2.6.1 Испарение с водной поверхности и с суши

Испарение с водной поверхности. Как следует из результатов наблюдений (см. рисунки 2.7-2.8) до начала 1990-х годов испарение в основном падает, а затем наблюдается небольшой рост или оно практически не меняется при продолжающемся росте температуры воздуха. Согласно работе [10] снижение испарения в последние десятилетия объясняется влиянием не только температуры воздуха, но и других метеорологических факторов: положительным трендом относительной влажности воздуха и уменьшением средней скорости ветра. Уменьшение скорости ветра является основным фактором падения испарения до начала 1990 годов, а в последующие десятилетия тормозящим его рост при увеличении температуры воздуха. В работе [11] приведён анализ данных о радиационных характеристиках центральной территории ЕТР, которые указывают на рост облачности и уменьшение потока радиации в последние десятилетия. Это также компенсирует рост испарения, вызванный ростом температуры.

Испарение с поверхности суши. По данным наблюдений (см. рисунки 2.9 - 2.10) испарение с поверхности суши на всех воднобалансовых станциях до начала 1990-х годов увеличивается. В последующий период на Подмосковной станции рост испарения продолжается, а Нижнедевицкой и Каменная степь испарение падает.

Согласно исследованиям [10] следует, что связь испарения существует с температурой воздуха и радиационным балансом. Скорость ветра, наоборот, влияет на величину испарения почвы слабо. Это объясняется тем, что при росте скорости ветра, растёт коэффициент турбулентного влагопереноса в приземном слое воздуха, тем самым увеличивая величину испарения. Но при этом, рост скорости ветра приводит к охлаждению поверхности почвы и уменьшению упругости водяного пара испаряющейся поверхности, а это в свою очередь обуславливает падение величины испарения. Таким образом, общее влияние ветра на величину испарение снижается.

На основе численного моделирования [10] установлено, что на испарение с почвы существенно влияет её влажность. В таблице 2.3 приведены данные моделирования, показывающие влияние влажности почвы на величину испарения с её поверхности. Как видно, влияние влажности при неизменности метеоэлементов становится решающим фактором. С повышением влажности давление водяного пара в почве возрастает и, в

соответствии с законом Дальтона, возрастает величина испарения. Одновременно, при увеличении влажности, растет теплоемкость и теплопроводность почвы. С увеличением теплопроводности увеличивается отток тепла в глубину почвы, в результате чего падает температура поверхности и тем самым величина испарения. Рост же теплоемкости приводит к тому, что на этапе повышения температуры воздуха высокая теплоемкость препятствует быстрому росту температуры почвы и тем самым снижает величину испарения. При понижении температуры воздуха, наоборот, высокая теплоемкость повышает величину испарения.

Таблица 2.3 - Зависимость физического испарения (E_F) с поверхности почвы от её влажности (W)

W , долей объема	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
E_F , мм/сутки	1,1	1,7	2,3	3,2	4,3	5,8	5,9

Однако, численные эксперименты показывают, что решающее влияние влажности заключается еще и в том, что она является основным фактором, лимитирующим подток влаги к фронту испарения. Высокая влажность способствует подтягиванию к поверхности почвы влаги из нижних горизонтов почвенной толщи. В случае низкой влажности, влага поступает к поверхности лишь в процессе внутрпочвенного испарения, что в значительной степени снижает величину испарения с поверхности.

Рост температуры воздуха на станциях Нижнедевицкая и Каменная степь в период после 1990 года, должен приводить к росту испарения, а этого не происходит. Это обусловлено, прежде всего, тем, что в этот период наметился некоторый спад величины осадков за теплый период года, которые определяют увлажнение почвы. Последний фактор и приводит к отрицательному тренду величины испарения. То есть, испарение в зоне недостаточного увлажнения практически полностью определяется величиной выпавших осадков в теплый период года, а не температурой воздуха. Данное утверждение иллюстрируется зависимостью испарения с поверхности суши от величины осадков за тёплый период для Нижнедевицкой ВБС (рисунок 2.41). Коэффициент корреляции данной связи равен 0,75.

Для Подмосковной станции, находящейся в зоне достаточного увлажнения, влияние влажности не столь критично, тем более что в период после 1990 года одновременно с ростом температуры продолжается и рост осадков. Всё это приводит к ускорению процесса испарения (рисунок 2.10) в данный период.

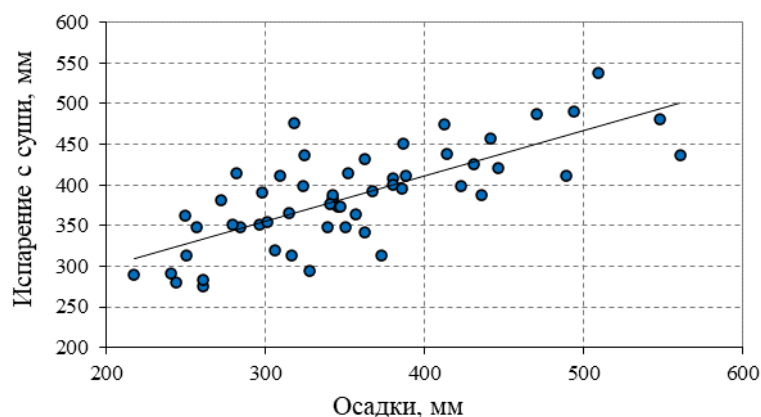


Рисунок 2.41 - Связь испарения с поверхности суши с величиной осадков за тёплый период для Нижнедевицкой ВБС

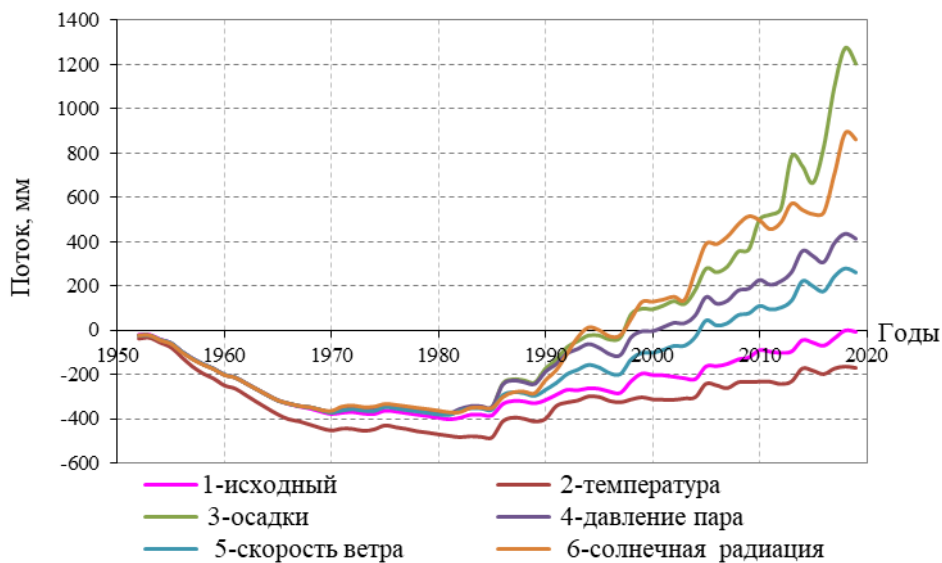
2.6.2 Уровни подземных вод

С начала наблюдений на воднобалансовых станциях (см. рисунки 2.15-2.17) можно отметить преимущественный рост уровней грунтовых вод (УГВ). На Нижнедевицкой ВБС уровни основного водоносного горизонта поднимались в период 1978-2008 гг. После 2008 г. произошло их снижение. На ВБС Каменная степь на водосборах балок Степная и Солонцы за период с 1996 года по 2008 год также наблюдался рост УГВ, а затем падение. Скважины, расположенные в логе Таежный (Валдайская ВБС) показывают, что за период 1973-2017 гг. уровни грунтовых вод в скважинах также повысились.

Известно, что в формировании уровня подземных вод большую роль играют процессы вертикального влагопереноса в почвах. Основные из них: инфильтрация дождевых осадков; испарение почвенной влаги в летне-осенний период; процессы миграции влаги к фронту промерзания и инфильтрации талых вод в зимне-весенний период. Данные процессы формируют интегральный поток влаги вблизи уровня грунтовых вод, который определяет динамику УГВ за анализируемый период и её зависимость от климатических условий.

Для исследования влияния климатических факторов на величину почвенных потоков влаги были проведены по данным Подмосковной ВБС численные эксперименты с использованием математической модели [12].

Полученные результаты (рисунок 2.42) показывают, что рост осадков и парциального давления водяного пара, а также уменьшение скорости ветра и потока солнечной радиации приводят к росту величины нисходящих потоков влаги и, соответственно, увеличению запасов грунтовых вод. Повышение температуры, наоборот, приводит к уменьшению УГВ. Ниже рассмотрены физические механизмы влияния каждого метеофактора на потоки почвенной влаги.



- Условные обозначения: 1 – расчёт при наблюдаемых трендах метеоэлементов;
 2 – тренд температуры воздуха был увеличен на 0,02 град/год;
 3 – тренд осадков увеличен на 0,006 мм/год; 4 – тренд давления пара увеличен на 0,008 мб/год;
 5 – тренд скорости ветра уменьшен на 0,006 м/с в год;
 6 – тренд потока солнечной радиации уменьшен на 0,1 кал/(см²·час) в год

Рисунок 2.42 - Влияния изменений различных метеорологических факторов на динамику интегральных потоков влаги для метеоусловий ВБС Подмосковная

Температура воздуха. Температура оказывает решающее влияние на направленность многих гидрофизических и теплофизических процессов в почвах. В результате повышение температуры воздуха в одних случаях приводит к пополнению запасов грунтовых вод, в других, наоборот, к их расходу.

В зимний период рост температуры приводит к уменьшению глубины промерзания, и соответственно, уменьшению оттока влаги от поверхности грунтовых вод в процессе морозной миграции влаги. С другой стороны, уменьшение глубины промерзания приводит к повышению инфильтрационной способности почв, и более интенсивному пополнению запасов грунтовых вод в весенний период. Однако, рост температуры повышает интенсивность испарения со снега, уменьшая его высоту, что приводит к понижению объёма талой влаги и её доли поглощённой почвой в весенний период. Тем самым инфильтрационный приток талых вод в нижние горизонты почвы также понижается. Дополнительным фактором понижения инфильтрационной составляющей является рост интенсивности снеготаяния, вызванный ростом температуры. К тому же более низкие восходящие потоки миграции влаги в мёрзлую зону в итоге приводят и к более низким нисходящим потокам при её протаивании. В сумме, как показывают модельные расчёты, повышение температуры приводит к замедлению

процесса понижения уровня грунтовых вод в зимний период и к более высоким уровням по окончанию снеготаяния.

Кроме прямого влияния температуры на гидрофизические процессы и водный баланс почвенной влаги, есть и косвенное влияние данного метеофактора. Так повышение температуры приводит к сокращению холодного периода и удлинению тёплого. Соответственно, происходит перераспределение осадков между этими периодами. В результате, данный фактор может увеличить величину нисходящих потоков влаги. Но в большей степени это зависит от реального перераспределения осадков под воздействием климатических изменений.

Осадки. Как отмечено выше, в последние десятилетия наблюдается рост осадков в течение всего климатического года. Рост осадков однозначно приводит к росту инфильтрационной составляющей потока влаги, как в зимне-весенний, так и летне-осенний периоды. С другой стороны, рост осадков приводит к росту влажности почвы и увеличению испарения. Однако, как показывают модельные расчёты превалирует первый эффект и уровень грунтовых вод с ростом осадков также растёт (см.рисунок 2.42).

Парциальное давление пара в воздухе и скорость ветра. Повышение давления пара и уменьшение скорости ветра приводит к понижению величины испарения с почвы в тёплый период года. Это, в свою очередь, уменьшает восходящие потоки влаги. В холодный период года понижается испарение со снега и, тем самым, повышается запас воды в снеге и инфильтрационная составляющая в весенний период. Всё это вместе обуславливает положительную тенденцию в повышении уровня грунтовых вод.

Солнечная радиация. Влияние понижения потока солнечной радиации во многом аналогично влиянию понижения температуры воздуха. Поэтому последствия данных изменений противоположны описанным выше при условии повышения температуры, и которые в итоге приводят к дополнительному росту уровня грунтовых вод.

Суммируя вышеизложенное, можно утверждать, что современные тенденции изменения климатических характеристик приводят к преимущественному росту нисходящих потоков влаги в почвах и в итоге к росту УГВ.

Как следует из результатов расчётов (см. рисунок 2.42), многолетние изменения интегральных потоков в последние десятилетия невелики, и составляют порядка 10-20 мм в год. За этот же период выявлено изменение других гидрофизических характеристик. По модельным расчетам (таблица 2.4) установлено, что в последние десятилетия наблюдается рост основных характеристик, определяющих баланс интегральных потоков влаги в почвах, а именно, инфильтрации талой воды весной, инфильтрации дождевых осадков и испарения в летне-осенний период. При этом рост инфильтрации способствует росту

УГВ, а испарения уменьшению запасов грунтовых вод. Однако общий баланс способствует росту УГВ. Часть этого положительного баланса расходуется на повышение влажности почвы, которое также наблюдается при моделировании многолетней динамики влагопереноса в почвах.

Таблица 2.4 - Изменчивость некоторых гидрофизических характеристик за период с 1979-2019 гг. по сравнению с периодом 1952-1978 гг.

Зимне-весенние характеристики	Разность между средними значениями за периоды 1979-2019 гг. и 1952-1978 гг.	Летне-осенние характеристики	Разность между средними значениями за периоды 1979-2019 гг. и 1952-1978 гг.
Инfiltrация талой воды, мм	27	Инfiltrация дождевых осадков, мм	17
Испарение со снега, мм	-18	Испарение с почвы, мм	20
Глубина промерзания, см	-17	Влажность почвы, долей объёма	0,03

Расчёты показывают (таблица 2.4), что для метеоусловий Подмосковной ВБС вклад инfiltrационной составляющей талой влаги в рост интегральных потоков превышает аналогичную составляющую дождевых осадков. Повышению инfiltrации талой влаги в весенний период способствуют три основных фактора: рост осадков за холодный период, уменьшение испарения со снежного покрова и уменьшение коэффициента талого стока, обусловленным уменьшением глубины промерзания.

Большой вклад в рост УГВ даёт процесс испарения со снежного покрова. Расчёты показали, что в начале 1970-х годов резко упало испарение со снежного покрова, а зачастую процесс испарения сменился процессом конденсации. То есть, в течение зимы рост запасов влаги в снеге обусловлен не только ростом осадков, но и уменьшением испарения со снега. В результате объём водоотдачи со снежного покрова вырос на величину большую, чем рост осадков.

В тёплый период года, как показывают расчёты, также наблюдается повышение инfiltrационной составляющей дождевых осадков. В первую очередь это обусловлено ростом осадков. Однако испарение за этот период также растёт. При этом баланс (разница между величинами роста инfiltrации и испарения) отрицательный и составляет -3 мм. Соответственно, рост инfiltrационной составляющей талой влаги в весенний период 27 мм. Из этого следует, что вклад процессов формирующих рост потоков влаги в зимне-весенний период за последние годы превалирует над вкладом аналогичных процессов в тёплый период года.

Выше рассмотрены результаты расчётов потоков почвенной влаги для Подмосковной ВБС. Общие закономерности формирования запасов подземных вод и влияния на них метеорологических факторов на других воднобалансовых станциях те же.

Если количество осадков уменьшается, то снижается инфильтрационная составляющая потока влаги в почве, что приводит к падению испарения с почвы (рисунок 2.41). В этих условиях могут развиваться два противоположных процесса, отвечающих за пополнение и расход запасов грунтовых вод. Величина водного баланса может составлять нескольких миллиметров. Например, численные расчёты для метеоусловий ВБС Каменная степь показывают, что после 1980 года интегральные потоки почвенной влаги вблизи УГВ меняются незначительно (рисунок 2.43). Можно отметить небольшой положительный тренд. Это, видимо, и определяет такой же небольшой положительный тренд и в динамике УГВ (рисунок 2.16). Необходимо также учесть, что в последние годы наряду с уменьшением величины осадков в тёплый период года наблюдается рост температуры. А это два основных фактора способствующих падению УГВ, которое зафиксировано на некоторых наблюдательных скважинах.

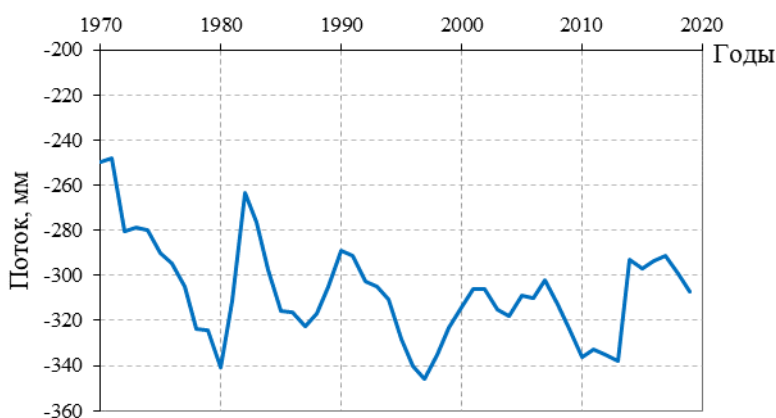


Рисунок 2.43 - Динамика интегральных потоков влаги для метеоусловий ВБС Каменная степь

2.6.3 Зимний сток

Особенностью современных изменений водных ресурсов является увеличение меженного стока, особенно зимнего, практически на всей территории страны. Данные выводы подтверждаются исследованиями, проводимыми на воднобалансовых станциях (см. рисунки 2.34-2.40).

При формировании зимнего стока существенную роль играют, как условия увлажнения почв на водосборе осенью, так и изменение их влажности в зимний период. В этот отрезок времени происходят сложные процессы перераспределения влажности в профиле почвы, связанные в основном с замерзанием свободной, способной к

передвижению влаги, морозной миграцией её к фронту промерзания и аккумуляцией в мерзлом слое. Все эти процессы определяются температурным режимом почв на водосборе. В лесной и лесостепной зоне России, в условиях стабильных климатических характеристик, значительная часть влаги расходовалась на миграцию к фронту промерзания, при этом влажность почвы была равной или превышала наименьшую влагоёмкость (НВ).

Повышение зимней температуры приводит к уменьшению глубины промерзания почвы и, соответственно, к уменьшению зимней миграции влаги и общей аккумуляции влаги в мерзлой зоне. При этом растут дренирующие свойства почв и доля талой влаги способной к участию в грунтовым стоке. Отсюда следует, чем меньше глубина промерзания, тем больше влаги, накопленной почвой в осенний период, участвует в формировании зимнего стока [13]. Наиболее ярко этот процесс наблюдается при высоком залегании грунтовых вод, наличии верховодки и в прирусловой части водосбора. Рост зимней температуры воздуха замедляет мерзлотные процессы на водосборе, вызывая рост зимнего стока.

Температурный режим также определяет процесс формирования ледяного покрова на водотоках. Замерзание воды в реках и ручьях приводит к изъятию доли стока из руслового потока и к изменению гидравлической проводимости водотока. Оба процесса, промерзания почв и водотоков имеют одну и ту же температурную динамику и схожее влияние на процессы формирования зимнего стока, связанные с непосредственным изъятием его доли из грунтового или руслового потока. Отличие состоит в том, что процесс промерзания почв охватывает всю площадь водосбора, а водотока – лишь русловую часть.

Помимо опосредованного влияния на зимний сток гидрофизических процессов, существенный вклад в величину стока вносят зимние оттепели, количество и продолжительность которых растёт с повышением температуры воздуха. Во время оттепелей происходит снеготаяние и водоотдача из снежного покрова, формируется поверхностный сток. Наблюдаются фазовые переходы влаги в мерзлом слое и его оттаивание, пополнение запасов грунтовых вод.

Следует также отметить и влияние на зимний сток факторов, не связанных с температурой, таких как уровень грунтовых вод и исходное осеннее увлажнение почв, то есть основных факторов, определяющих бассейновые запасы влаги. Рост влажности в предзимний период, особенно в верхних горизонтах, с одной стороны, приводит к росту грунтовой составляющей стока, а с другой – к интенсификации процессов зимнего

перераспределения влаги в почве, росту восходящих миграционных потоков к фронту промерзания. Тем самым оказывает неоднозначное опосредованное воздействие на сток.

Из анализа процессов формирования зимнего стока следует высокая степень их взаимообусловленности и многофакторности. Особый интерес вызывают оценки вклада каждого фактора в изменчивость стока под влиянием климатических изменений.

Оттепели. На примере Подмосковной ВБС выполнена оценка вклада оттепелей в зимний сток рек. В результате получены следующие данные. Количество суток с положительной температурой в январе-феврале за период с 1978 по 2008 год увеличилось по сравнению с периодом 1958-1977 годов с 71 до 269. Средняя величина стока в холодный период за 1958-1977 годы без учёта оттепелей составила 46,7 л/с, а его средняя величина с учётом оттепелей – 48,4 л/с. Здесь влияние оттепелей в стоке составило 3,6%. За период с 1978 по 2008 годы средний сток без учёта влияния оттепелей равен 74,1 л/с, а с их учётом – 91,0 л/с. Вклад оттепелей составляет 31% от величины стока за период 1958-1977 гг.

На рисунке 2.44 приведен график, иллюстрирующий динамику вклада оттепелей в зимний сток. Как видно, наблюдается значительный положительный тренд данной составляющей зимнего стока.

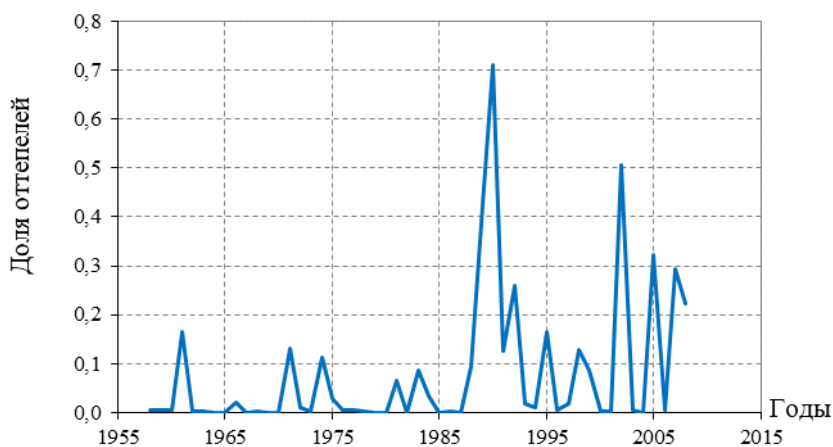


Рисунок 2.44 - Динамика доли оттепелей в зимнем стоке р. Медвенки (январь-февраль)

На рисунке 2.45 представлен график, связывающий величину доли оттепелей в среднемесечном стоке в январе-феврале с суммой положительных температур за эти месяцы.

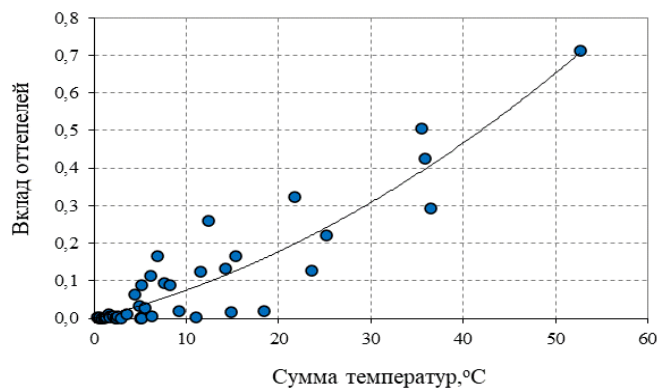


Рисунок 2.45 - Связь доли оттепелей в зимнем стоке р. Медвенки (январь-февраль) с суммой положительных температур в январе-феврале

Как следует из полученных результатов, вклад оттепелей в рост стока в створе р. Медвенка выше р. Закзы в период с 1978 по 2004 гг. по сравнению с периодом 1952-1977 годов составил примерно 8%.

Предзимнее увлажнение водосбора. Предзимнее увлажнение водосбора характеризуется влажностью почв и уровнем грунтовых вод. К сожалению, данная информация носит отрывочный характер. Ввиду этого, косвенными показателями предзимнего увлажнения могут быть такие характеристики, как осенние осадки и осенний сток. В частности, предзимний сток, с одной стороны, зависит от влажности почвы, которая увеличивает коэффициент стока, а с другой – от грунтовой составляющей стока. То есть является своего рода интегральным показателем общего предзимнего увлажнения водосбора.

Дополнительную трудность представляет разделение факторов промерзания и увлажнения по степени влияния на зимний сток. Она возникает из-за того, что зачастую рост температуры воздуха сопровождается ростом осенних осадков и осеннего стока.

Для отдельной оценки вклада в рост стока увлажнения и промерзания был выполнен корреляционный анализ рядов наблюдений за среднемесячными значениями стока (ноябрь, январь-февраль) и температуры воздуха (январь-февраль). Причём сток за январь-февраль брался без учёта оттепелей.

Для анализа связи между зимним (Y_3) и стоком в ноябре (Y_H) также использовались отдельные выборки из рядов наблюдений за этими характеристиками при температурах воздуха с отклонением от средней выборочных не более чем на $\pm 1^\circ\text{C}$.

Из полученных таким образом линейных уравнений регрессии (2.1) для отдельных выборок следует, что коэффициент a определяющий степень влияния осеннего увлажнения почвы на зимний сток зависит также от температуры:

$$Y_3 = aY_H + b \quad (2.1)$$

Для выборки со средним значением температуры воздуха в зимний период (январь-февраль, р. Медвенка) $-13,5^{\circ}\text{C}$, коэффициент a близок к 0. Из этого следует, что при среднезимних температурах воздуха $-13,5 \pm 1^{\circ}\text{C}$, и более низких, зависимость между осенним увлажнением почвы и зимним стоком на данном водотоке практически отсутствует. Это можно объяснить тем, что при низких зимних температурах происходит промерзание почвы на значительную глубину, до 1 м, и влага в верхних горизонтах, которая поступает в почву в предзимний период, замерзает. Тем самым она не участвует в формировании меженного стока, который в этом случае определяется подземной составляющей с горизонтов, расположенных ниже глубины промерзания. При значениях среднезимней температуры воздуха $-8,3 \pm 1^{\circ}\text{C}$, коэффициент a равен 0,1 (рисунок 2.46), а при температуре $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $a = 0,17$.



Рисунок 2.46 - Связь средних месячных расходов воды за ноябрь и за январь-февраль (осредненные значения) без учета оттепелей (р. Медвенка)

Из полученных результатов следует, что изменение условий увлажнения на водосборе, стало заметным фактором изменения зимнего стока в последнее время. Вклад данного фактора в общий рост зимнего стока неоднозначен, и для разных рек проявляется по-разному в совокупности с ещё одним основным фактором формирования зимнего стока, промерзанием почв на водосборе. Например, сток в створе р. Медвенка выше р. Закзы в период с 1978 по 2004 гг. по сравнению с периодом 1952-1977 гг. вырос примерно на 10% за счёт изменения условий увлажнения.

Промерзание почв. Несмотря на существенную роль оттепелей и увлажнения в формировании зимнего стока в последнее время, их вклад в рост его величины в январе-феврале, например, для водосбора р. Медвенки составляет 48% от общего роста среднего зимнего стока за последние десятилетия. Влияние на сток условий промерзания и предзимнего увлажнения выше 50%.

Отметив существенную связь среднемесячных значений стока в зимний период с температурой воздуха, нами были проанализированы гидрометеорологические данные Подмосковной воднобалансовой станции более подробно, на суточном уровне. При этом была выявлена общая закономерность, из которой следует, что в большинстве случаев колебания среднесуточных значений стока синхронны во времени с колебаниями температуры, иногда с некоторым запаздыванием. В качестве примера на рисунке 2.47 приведены графики посуточного хода стока и температуры воздуха в ноябре-апреле 1972 («холодная зима») и 1975 («тёплая зима») годов. На графиках можно выделить относительно высокие пики в гидрографах стока, связанные с оттепелями или выпадением жидких осадков. Незначительные колебания стока, в пределах 10% от его величины отмечаются и в холодный период и связаны с колебаниями отрицательной температуры воздуха.

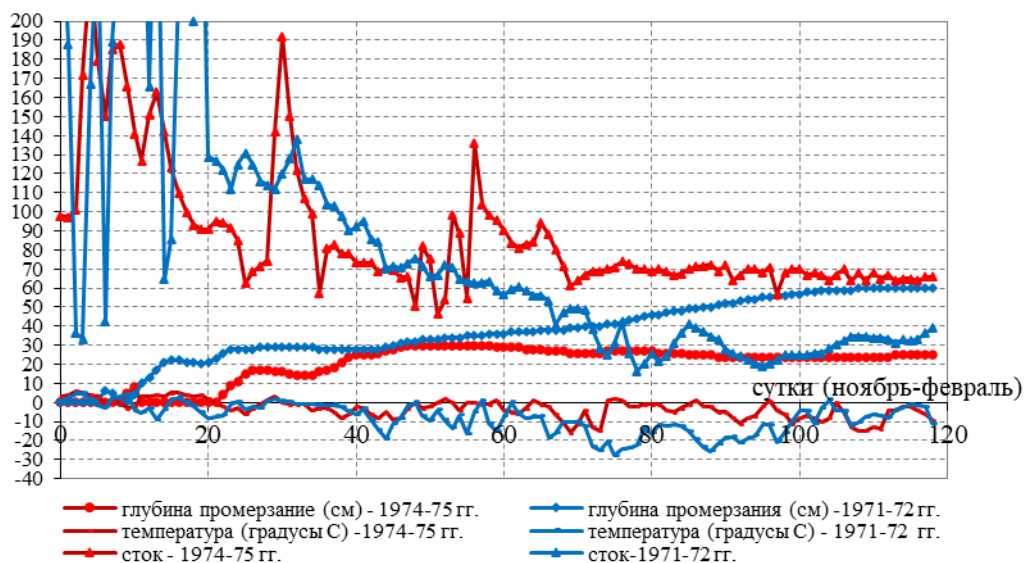


Рисунок 2.47 - Динамика среднесуточных значений стока (л/с) р. Медвенки – выше впадения р. Закзы, температуры воздуха и глубины промерзания почв, в ноябре-феврале 1972 и 1975 годов

На рисунке 2.48 приведена зависимость зимнего стока р. Медвенки без учёта оттепелей (январь-февраль) от температуры воздуха в январе-феврале ($R=0,75$). Как видно из приведенного рисунка, влияние зимней температуры на зимний сток очевидно.

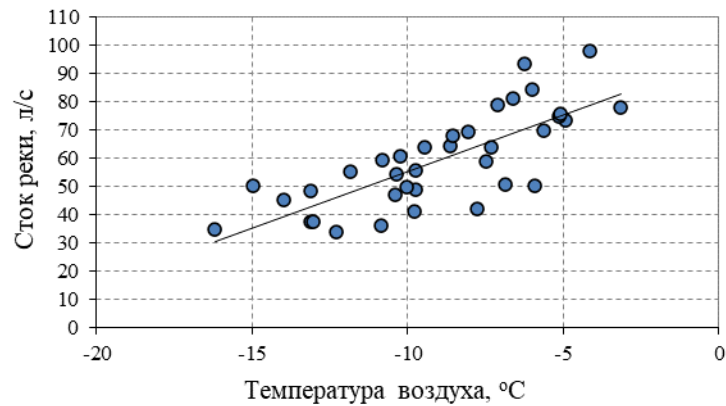


Рисунок 2.48 - Связь зимнего стока р. Медвенки с зимней температурой воздуха (осредненные значения за период январь-февраль)

На рисунке 2.49 приведён график связи глубины промерзания с величиной зимнего стока для р. Медвенка за ноябрь-февраль 1971-1972 гг. Она носит нелинейный характер.

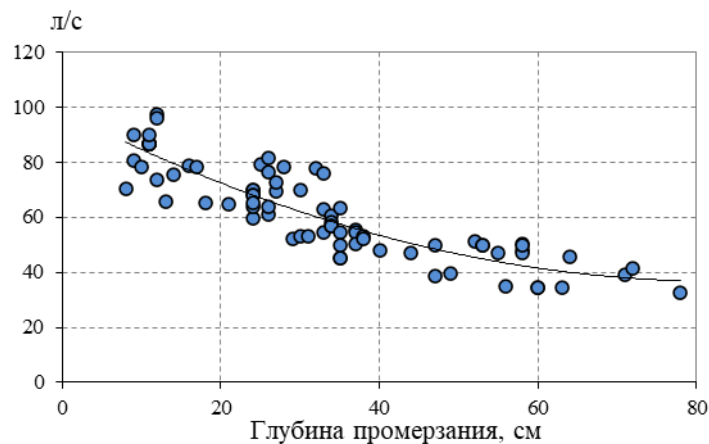


Рисунок 2.49 - Связь расчетных глубин промерзания с зимним стоком р. Медвенки выше впадения р. Закзы за ноябрь-февраль 1971-1972 гг.

Наиболее значительное изменение стока происходит в период промерзания почвы, до глубины ~ 30 см, далее процесс замедляется. Данную тенденцию можно объяснить тем, что формирование зимнего стока на водосборе р. Медвенки в значительной степени обусловлено увлажнённой верхних горизонтов почвы, включая верховодку.

Наряду с общей тенденцией уменьшения стока с увеличением глубины промерзания, на посуточных гидрографах (рисунок 2.47) заметен колебательный процесс, связанный с изменением температуры воздуха. На гидрографе 1972 года, по мере промерзания почв, наблюдается постепенное отставание во времени характерных пиков стока от соответствующих им пиков колебания температуры. Это объясняется тем, что

зимний сток непосредственно связан с миграцией влаги от грунтовых вод к фронту промерзания. При этом колебания температуры на глубине, которые формируют поток миграции, всегда запаздывают с подобными колебаниями на поверхности почвы.

Выводы

Вполне определённо можно сказать, что на изменчивость зимнего стока влияют два основных фактора, осенние осадки (осенний сток) и температура воздуха в зимний период (промерзание, оттепели). Для районов бассейна с относительно низкой глубиной промерзания почв (менее 40 см) и относительно высоким залеганием грунтовых вод (менее 2 м), превалирующим фактом роста зимнего стока является рост зимних температур воздуха. И, наоборот, для районов со значительной глубиной промерзания (более 60 см) и глубиной залегания грунтовых вод (более 3-м) основную роль в повышении зимнего стока играют предшествующие зимнему периоду процессы, в частности, рост величины осадков и осеннего стока. В основном же для оценки изменчивости зимнего стока необходимо учитывать сочетание обеих факторов.

Необходимо также иметь в виду, что оттепели и промерзание водосбора являются текущими, для конкретной зимы, факторами формирования зимнего стока. Увлажнение же во многом определяется предысторией, иногда многолетней, водного и температурного режима на водосборе. Поэтому увлажнение водосбора зачастую является комплексной характеристикой формирования зимнего стока, зависящей, как от многолетних осадков, так и от температуры в предыдущие зимние периоды. То есть, говоря о степени влияния увлажнения на сток текущего года, предполагается подразумеваем, прежде всего, степень влияния гидрометеорологических условий формирования стока за предыдущий период времени.

2.6.4 Весеннее половодье

В отличие от зимнего стока, средние значения которого за последние три десятилетия увеличились на всех воднобалансовых станциях, изменения весеннего стока носят разнонаправленный характер (см.рисунок 2.23-2.27). Например, сток весеннего половодья по наблюдениям на Валдайской ВБС на малых реках Лонница, Соминка, Олешенка упал за последние десятилетия (см.рисунок 2.26). В тоже время в логах Архирейский и Таёжный вырос (см. рисунок 2.27). Данный факт можно объяснить сложной взаимообусловленностью многих факторов формирования весеннего половодья, что делает весенний сток наиболее климатообусловленной составляющей годового стока.

Все факторы, которые формируют весенний сток в речном бассейне, делятся на две большие группы: на относительно постоянные физико-географические и переменные, из

года в год изменяющиеся гидрометеорологические факторы. Переменными факторами, зависящими от климатических условий, являются запасы воды в снеге, атмосферные осадки, их количество и интенсивность выпадения, температура воздуха в приземном слое, теплообмен, определяющий интенсивность таяния снега и испарение, водопоглощительная способность бассейна и др. В конечном счете, эти факторы и определяют количественные изменения стока и других характеристики половодья.

Осадки в зимний период. Основным климатическим фактором, определяющим объём стока весеннего половодья, является величина атмосферных осадков, выпавших в холодный период. Рост твёрдых осадков приводит к росту максимальных снегозапасов, соответственно, способствует увеличению объёма стока весеннего половодья (таблица 2.5), [14].

Таблица 2.5 - Зависимость слоя талого стока от осадков, выпавших за зимний и весенний сезоны осреднённые за пятилетние периоды

Пункты наблюдений за стоком	Зависимость слоя талого стока (у, мм) от суммы осадков за зимний (X _з , мм) и весенний (X _в , мм) периоды
р. Медвенка - Подмосковная ВБС	$y=0,24(X_з+X_в)+16 (R=0,9)$

Примечание: Результаты, приведённые в таблице, получены следующим образом. Предварительно проводилась сортировка рядов слоя стока и суммы осадков за зимний и весенний периоды по возрастанию значений осадков. Полученные таким образом ряды, разбивались на выборки по 5 лет. Затем рассчитывались средневыборочные значения слоя стока и осадков. Обычно отклонение значений осадков внутри отдельных выборок от средневыборочных составляло менее 10 мм. Эти средние по выборкам значения в итоге и анализировались.

Роль жидких осадков в зимний период двойка. С одной стороны, их рост может привести к уменьшению максимальных снегозапасов и, как следствие, уменьшению объёма стока весеннего половодья. С другой стороны, выпадение жидких осадков приводит к росту влажности в верхних горизонтах почвы (вплоть до возникновения ледяной корки). А рост влажности почвы (льдистости) обуславливает уменьшение фильтрационной способности почв в весенний период и увеличение коэффициента стока и объёма весеннего половодья.

Максимальные снегозапасы в зимний период. С атмосферными осадками в зимний период неразрывно связан такой фактор, как максимальные запасы воды в снеге на водосборе. Необходимо отметить, что доля наибольших влагозапасов в снежном покрове, по отношению к осадкам зимнего периода составляет в среднем от 50 до 70%. Однако ежегодные изменения доли снегозапасов существенно варьируют в пространстве. В южных районах их доля изменяется от 0 до 50%. В северных районах диапазон изменения составляет от 50 до 90%. Кроме оттепелей, свой вклад в уменьшение запасов влаги в

снежном покрове вносит и испарение с поверхности снежного покрова, которое может достигать в южных районах 30 мм за зимний период.

Очевидно, что рост максимальных снеготопливов приводит к росту объёма стока весеннего половодья (таблице 2.6) [14].

Таблица 2.6 - Зависимость слоя талого стока от суммы максимальных снеготопливов и осадков за период половодья для ряда частных водосборов бассейна Волги

Пункт наблюдений за стоком	Зависимость слоя талого стока (y , мм) от суммы запасов воды в снеге (S , мм) и осадков за период половодья (x , мм)	Коэффициент корреляции
р. Медвенка - Подмосковная ВБС	$y = 0,55(S + x) - 9$	0,75

Температура воздуха в зимний период. Наряду с осадками, температура воздуха является основным фактором формирования стока весеннего половодья. Рост температуры воздуха приводит к росту количества оттепелей и уменьшению максимальных снеготопливов, что способствует падению объёма стока весеннего половодья (таблица 2.7) [14]. Однако рост количества оттепелей способствует росту влажности (льдистости) в верхних горизонтах почвы. Рост лдистости почвы обуславливает уменьшение фильтрационной способности почв в весенний период, рост коэффициента стока и, в некоторой степени, объёма весеннего половодья. Но, с другой стороны, повышение температуры воздуха приводит к деградации мерзлого слоя, изменяет фазовый состав влаги в почве (понижая лдистость), и тем самым увеличивает степень водопроницаемости верхнего горизонта почвы, уменьшая коэффициент стока (таблица 2.7).

Таблица 2.7 - Зависимость коэффициента талого стока от средней температуры за зимний период осреднённой за пятилетние периоды

Пункты наблюдений за стоком	Зависимость коэффициента талого стока (k) от средней температуры за зимний период (T_3 , °C)
р. Медвенка - Подмосковная ВБС	$k = -0,028 T_3 + 0,4 (R=0,7)$

Примечание: Результаты, приведённые в таблице, получены следующим образом. Предварительно проводилась сортировка рядов коэффициента стока и температуры по возрастанию значений температуры. Полученные таким образом ряды разбивались на выборки по 5 лет. Затем рассчитывались средневыворочные значения температуры и коэффициента стока. Как правило, отклонение значений температур внутри отдельных выборок от средневыворочных составляло менее 0,5°C, Эти средние по выборкам значения в итоге и анализировались.

Продолжительность зимнего периода. Данный фактор является в значительной мере следствием температурного режима воздуха в зимний период. За продолжительность холодного периода года принят интервал времени в сутках от даты устойчивого перехода

температуры воздуха через 0°C в осенний период до даты ее устойчивого перехода через 0°C весной. Сокращение длительности зимнего периода приводит к уменьшению промерзания почвы, увеличению её инфильтрационной способности в весенний период, уменьшению коэффициента стока и объёма весеннего половодья. С другой стороны, сокращение длительности зимнего периода может привести к уменьшению поступления твёрдых осадков и, соответственно, падению объёма стока весеннего половодья. Установлено, что переход температуры воздуха осенью через 0°C в период изменения климатических характеристик, наступает в более поздние сроки, а переход температуры весной через 0°C, наоборот, в более ранние сроки. Более позднее начало зимнего периода способствует увеличению количества жидких осадков, которые расходуются на пополнения запасов почвенной влаги до уровня наименьшей полевой влагоемкости и выше.

Температура воздуха в весенний период. Температура воздуха в этот период определяет характеристики снеготаяния – интенсивность и продолжительность, а также и испарение со снежного покрова. Рост температуры воздуха приводит к росту интенсивности снеготаяния и способствует росту коэффициента стока весеннего половодья.

Продолжительность половодья. Рост температуры воздуха при одинаковых по объёму снеготаяния приводит к сокращению длительности весеннего половодья. Это, в свою очередь, может приводить к уменьшению объёма осадков, выпавших за время половодья и уменьшению объёма талого стока.

Осадки в весенний период. При формировании стока весеннего половодья значительная роль принадлежит осадкам, выпавшим в период снеготаяния. Выпавшие за период снеготаяния осадки существенно увеличивают сток весеннего половодья.

Свойства подстилающей поверхности. Рассматриваемые факторы определяют водопроницаемость почвы в весенний период и являются основными в перераспределении влаги, накопившейся в снежном покрове зимой, на поверхностную составляющую весеннего половодья и инфильтрационную (т.е. потери талого стока). При этом одна группа факторов зависит от климатических характеристик (влажность и льдистость почвы, температура и глубина промерзания), а другая носит практически постоянный характер (плотность почвы, её механический состав, почвенно-гидрологические константы и др.). Отдельно можно назвать группу факторов, связанных с физико-географическими условиями на водосборе (рельеф, залесённость, заболоченность, виды землепользования и др.).

Установлено [15,16], что водопроницаемость мерзлой почвы речных водосборов определяется двумя основными характеристиками: запасами влаги в верхнем слое почвы и термическим режимом почвы в течение зимы.

По сравнению с предзимним периодом, непосредственно перед снеготаянием, запасы влаги в почве значительно возрастают. Это происходит по двум причинам: за счет оттепелей, наблюдаемых в зимний период и за счет миграции влаги к фронту промерзания.

За счет оттепелей, в процессе водоотдачи из снега, запасы влаги в метровом слое могут увеличиваться на 10-50 мм и более. Наибольшее приращение влаги наблюдается в верхних промерзающих горизонтах. Зимняя миграция, в противовес оттепелям значительно изменяет содержание влаги при существенном понижении температуры воздуха ниже нуля. Процесс миграции наблюдается практически ежегодно и повсеместно, изменяя влажность верхних горизонтов почвы в пределах от 5 до 100 мм. Наиболее ярко миграция выражена в тяжёлых по механическому составу почвах (суглинках, глинах), особенно при залегании грунтовых вод близко к дневной поверхности. В этом случае происходит непрерывный поток мигрирующей влаги от уровня грунтовых вод и накопление ее в зоне промерзания. Рост влагонакопления в верхних горизонтах почвы в зимний период приводит в конечном итоге к росту коэффициента стока весеннего половодья и его объёма.

На рисунке 2.50 приведена зависимость коэффициента талого стока от зимних приращений влаги в верхних горизонтах почвы бассейна р. Медвенка. Полученная зависимость ($R=0,87$) показывает, что при увеличении приращения влаги возрастает коэффициент талого стока до 0,8.

При повышении температуры воздуха, обусловленной климатическими изменениями, вероятность образования водонепроницаемого слоя снижается, его мощность, и продолжительность существования уменьшаются. Потери талого стока возрастают, так как возрастает инфильтрационная составляющая. Отсюда снижаются в период половодья его пиковые характеристики и объем притока в водоприемник. Значительный запас аккумулятивной влаги в мерзлом слое расходуется на увеличение зимнего стока. Сток перераспределяется в сторону увеличения зимнего и уменьшения весеннего. Коэффициент талого стока уменьшается до 0,3-0,4; половодье расплывается.

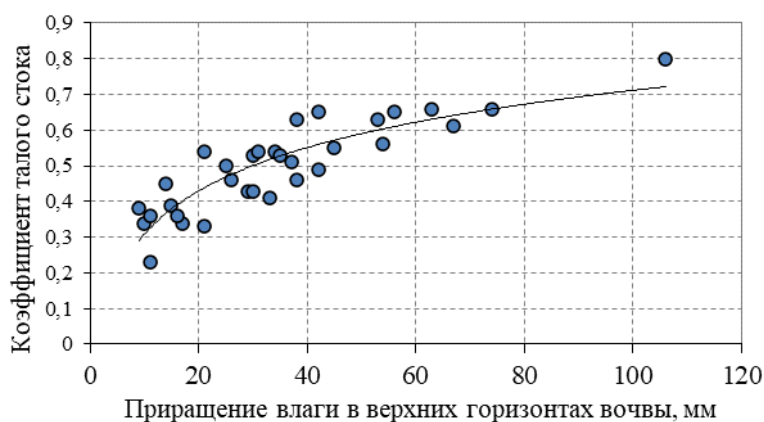


Рисунок 2.50 - Связь коэффициента стока весеннего половодья (в долях от единицы) с приращением влаги за зимний период в верхних горизонтах почвы бассейна р. Медвенка

На рисунке 2.51 приведена динамика коэффициента талого стока за многолетний период наблюдений. Она свидетельствует о постоянном снижении коэффициента талого стока за рассматриваемый период времени.

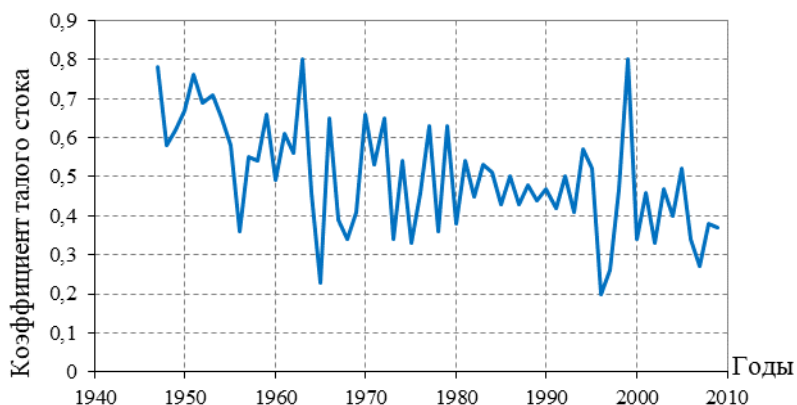


Рисунок 2.51 - Временные изменения коэффициента стока весеннего половодья (в долях от единицы) в бассейне р. Медвенка

Выводы. Величина талого стока зависит от достаточно широкого спектра гидрометеорологических, физических и физико-географических факторов, находящихся в сложной взаимообусловленности. Однако, основными климатическими факторами, определяющими слой стока весеннего половодья, являются осадки, выпавшие за зимний и весенний периоды, а также температура воздуха зимнего периода. Рост величины осадков за последние 30 лет способствуют увеличению объёма весеннего половодья, а рост температуры его уменьшению. В зависимости от того, какой фактор в конкретных условиях является преобладающим, наблюдается рост или падение стока весеннего половодья. Факторы подстилающей поверхности являются промежуточным регулятором,

усиливают или уменьшают роль первых двух факторов и определяют в итоге тенденцию изменения стока весеннего половодья.

2.6.5 Внутригодовое распределение речного стока

Анализ многолетнего хода стока воды рек, основанный на данных наблюдений воднобалансовых станций, свидетельствует о значительных изменениях всех его компонентов – годового, максимального и минимального стока, внутригодового распределения.

Нижнедевицкая ВБС и ВБС Каменная Степь. В зоне недостаточного увлажнения фаза максимального стока (половодья) сдвинулась с апреля на март (рисунок 2.52), а его доля в процентах от годового снизилась с 35-50% до 20-30% в сочетании с 2-3-кратным увеличением минимального стока. При этом на реках и водотоках с площадями водосборов до 100-200 км² половодье формируется чаще всего в феврале-апреле.

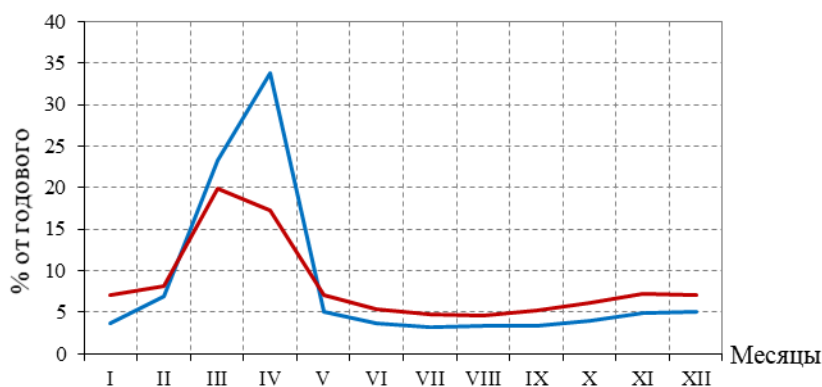


Рисунок 2.52 - Осредненные гидрографы стока р. Девица - п. Девица (A=1490 км²) за периоды 1956-1977 (—) и 1978-2016 годы (—)

В лесостепной и степной зонах на малых реках наблюдается значительное увеличение меженного стока, снижение максимальных расходов весеннего половодья почти в 2 раза, и расплывание его гидрографа. Годовой сток на малых водотоках изменился здесь ступенчато, в сторону его снижения. При этом на реках, дренирующих основные постоянно действующие водоносные горизонты, снижение годового стока менее заметно, чем на водотоках начального звена гидрографической сети, которые в последние десятилетия сильно деградируют. В начальный период формирования современной климатической ситуации с конца 1970-х до середины 1990-х годов в полуаридной зоне на малых реках наблюдался незначительный рост годового стока, в то время как на водотоках с неполным дренированием подземных вод годовой сток снижался. Такое различие в тенденциях изменений стока свидетельствует о существенной роли питания малых рек из подземных горизонтов.

На временных водотоках (логах и балках) лесостепной зоны по данным наблюдений Нижнедевицкой ВБС на логу Долгий ($A=2,57 \text{ км}^2$) в последние десятилетия поверхностный сток не наблюдался даже в период весеннего половодья. Последний раз сток здесь был зафиксирован в 2003 году и составил 17,7 мм.

На временных водотоках степной зоны значительный поверхностный сток наблюдался вплоть до 2008 года, преимущественно в период весеннего половодья. Особенно значительный сток был в 2005-2007 годах, что связано с исключительно высоким уровнем стояния грунтовых вод вплоть до 1,5 м от поверхности. После 2008 года, вместе с падением уровней грунтовых вод, резко понизился поверхностный сток воды, который в последние 10 лет не превышал 10-20 мм.

Показателем снижения доли поверхностного стока в полуаридных зонах является деградация начальных звеньев гидрографической сети. Снижение их длины в центральной части ЕТР к середине 1990-х годов составило 15-50% [17]. В частности, длина имеющего постоянный сток в течение всего года руч. Ясенок на Нижнедевицкой ВБС к 1985 году уменьшилась на 0,8 км – с 3 км до 2,2 км [2].

Подмосковная ВБС. Годовой сток р. Медвенка – основного водотока Подмосковной ВБС, как и на других реках региона, в течение 1970-х годов скачкообразно возрос от средней величины 180 мм, за период с 1947 по 1977 год, до 220 мм за период с 1978 по 2009 год. Фактически налицо два стационарных периода и короткий переходный период, что свидетельствует о кардинальном изменении процессов формирования стока воды. При этом на водотоках лесной зоны, при увеличении стока в меженные периоды, распластывании половодья и снижении его максимальных расходов, общая конфигурация годового гидрографа, характерная для зоны, в целом сохраняется (рисунок 2.53).

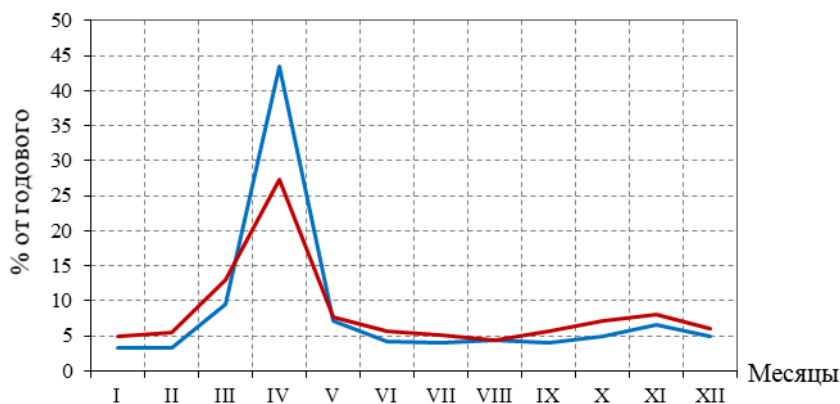


Рисунок 2.53 – Осредненные гидрографы стока р. Медвенка – выше впадения р. Закзы ($A=21.5 \text{ км}^2$) за периоды 1955-1977 (—) и 1978-2011 годы (—)

Весеннее половодье – основная многоводная фаза стока воды в зоне смешанных лесов ЕТР, в последние десятилетия зачастую формируется уже во второй-третьей декаде

февраля, а заканчивается, как и в прежние годы, в первой декаде мая. Соответственно, продолжительность половодья выросла в среднем с 30 до 40-45 суток, а в отдельные годы на фоне выпадения на спаде половодья смешанных осадков – до 60-70 суток.

Повышение температуры воздуха в холодный период года и, как следствие, снижение глубины промерзания почв при увеличении влагозапасов в почвогрунтах привели к росту потерь стока весеннего половодья в последние десятилетия. Так, коэффициенты стока весеннего половодья р. Медвенки снизились в среднем с 0,5-0,8 до 0,3-0,4.

Распластывание половодья и уменьшение коэффициентов его стока повлекло снижение в 2-3 раза модулей максимальных расходов воды половодья, которые в последние 20 лет не превышают 200-300 л/с км². В то же время максимальные расходы дождевых паводков в последние годы становятся вполне сопоставимыми с весенними максимумами.

Устойчивая летне-осенняя межень в последние десятилетия наблюдается только в отдельные годы, а ее продолжительность колеблется от нескольких суток до двух-трех недель. Даже в аномально жаркое и засушливое лето 2010 года устойчивая летняя межень продолжалась около месяца.

Наиболее значительное увеличение меженного стока в районе Подмосковной ВБС наблюдается в зимний период. В период 1978-2009 гг. средние месячные минимальные расходы зимней межени возросли в среднем до 50-80 л/с. Зимняя межень при оттепелях в последние десятилетия прерывается невысокими, но многочисленными зимними паводками, во время которых средние суточные расходы воды превышают 100 л/с. Необходимо отметить значительное повышение изменчивости минимального стока в 1980-е – 2000-е годы.

Минимальные зимние и летние суточные расходы воды также увеличились в 2-3 раза, что свидетельствует о возросшей доле подземного питания.

Валдайская ВБС. На малых реках в районе Валдая конфигурация годового гидрографа целом сохранилась (рисунок 2.54). Годовой сток реки Полометь – основного водотока ВБС в период с 1978 по 2017 год возрос в среднем на 50-60 мм по сравнению с предыдущим периодом, что несколько ниже увеличения осадков за счет повышения в последние десятилетия испарения в регионе.

Наибольший объем стока по-прежнему формируется в период прохождения основной фазы весеннего половодья в апреле, хотя его доля в процентах от годового стока снизилась в среднем на 5%.

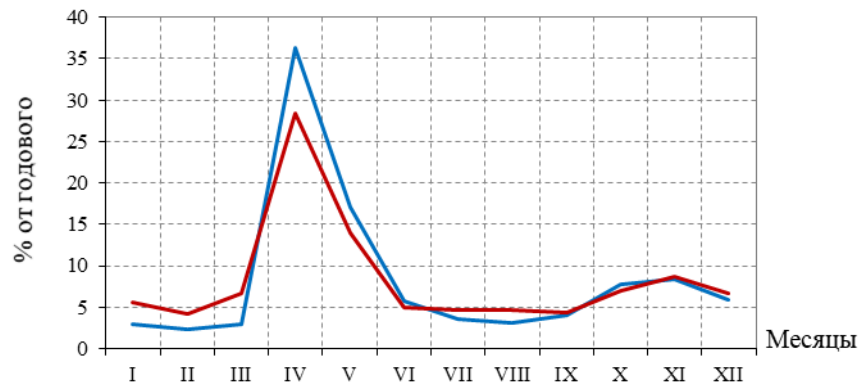


Рисунок 2.54 - Осредненные гидрографы стока р. Полонь - с. Дворец ($A=432 \text{ км}^2$) за периоды 1952-1977 (—) и 1978-2018 годы (—)

На Валдае в последние три десятилетия наблюдается снижение максимальных расходов воды весеннего половодья (рисунки 2.28 и 2.29). Это связано с более частыми оттепелями в зимний период при повышении температуры воздуха, возросшими потерями стока талых вод на инфильтрацию при уменьшении или отсутствии слоя сезонно-мерзлых грунтов.

В условиях снижения стока весеннего половодья весь прирост стока р. Полонь обусловлен увеличением преимущественно зимнего стока, который увеличился в 1,5-2 раза по сравнению с величинами зимнего стока в 1950-е – 1970-е годы. При этом необходимо отметить некоторое снижение стока в сентябре-октябре. Обращают на себя внимание участвовавшие в последние десятилетия случаи исключительно высокого минимального месячного стока воды, особенно в зимний период. При этом устойчивая зимняя и летняя межень в классическом понимании «периодов внутри годового цикла, в течение которых наблюдается низкая водность, возникающая вследствие резкого уменьшения притока воды с водосборной площади», когда «преобладающее значение в речном стоке имеют подземные воды, дренируемые гидрографической сетью» [18], в отдельные годы и группы лет может отсутствовать. Такие случаи наблюдались и до 1977 года, но они были сравнительно редкими, в то время как в современных условиях эти явления значительно участились.

В многолетней динамике максимальных расходов воды дождевых паводков на средних реках существенных изменений не выявлено. Но на самых малых водотоках наметилось увеличение частоты наступления максимальных расходов воды дождевых паводков (рисунки 2.31-2.33). Вероятно, это связано с увеличением интенсивности локальных осадков внутримассовой облачности, что требует дальнейших исследований. Следует отметить, что в последние годы формируются осенние паводки при выпадении значительных по слою осадков в течение сравнительно короткого периода времени.

Таким образом, произошли следующие основные изменения в водном режиме рек за последние 30-40 лет в районе Валдая: 1) выросли минимальные расходы воды, особенно в зимний период; 2) снизились максимальные расходы воды в половодье и, 3) произошло увеличение частоты наступления максимальных расходов воды дождевых паводков на малых реках; 4) многолетние колебания годового стока на малых реках и первичной гидрографической сети так же показывают на увеличение годового стока. При этом можно констатировать, что эти изменения характеризуются нестационарностью рядов и наличием трендов.

Изложенный анализ результатов наблюдений на ВБС указывает на изменения во времени реакции составляющих водного баланса и гидрологического режима на произошедшие климатические изменения. Основным фактором этих изменений являлось повышение температуры воздуха, особенно в холодный и переходные периоды.

3 МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА НА БОЛОТНЫХ СТАНЦИЯХ

Анализ изменения климатических характеристик и элементов водного баланса болотных массивов проведен на основании многолетних рядов наблюдений [Материалы наблюдений болотных станций. Ежегодник. Выпуск 1. Сев.-Зап. УГМС. Ленинград.] и электронных базах данных [19,20].

3.1 Температура воздуха

Результаты метеорологических наблюдений за температурой воздуха на болотных станциях, приведенных на рисунке 3.1, свидетельствуют, что средняя годовая температура воздуха на болоте Ламмин-Суо и на Иласском болотном массиве изменялась синхронно.

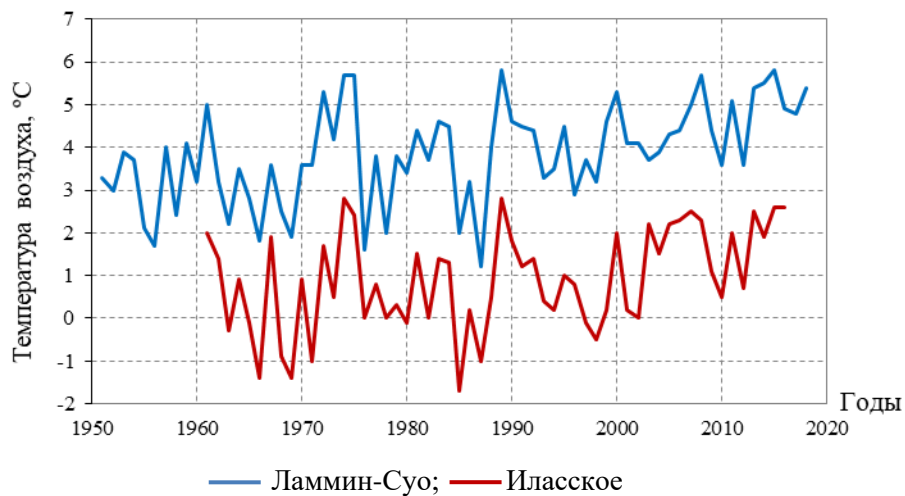


Рисунок 3.1 – Динамика среднегодовых температур воздуха за период наблюдений на болотных массивах Ламмин-Суо и Иласский

В то же время, ряды годовых температур воздуха на болотах Ламмин-Суо и Иласское можно представить в виде двух отрезков: периода относительной стабильности температуры воздуха (до 1980 г.) и периода ее заметных изменений в сторону повышения (с 1981 г.). Результаты сравнения (таблица 3.1) годовых температур воздуха за эти периоды показывают повышение средней температуры на болоте Ламмин-Суо на $0,8^{\circ}\text{C}$ и $0,6^{\circ}\text{C}$ на Иласском болоте [21]. Повышение температуры воздуха прослеживается во всех фазах гидрологического года. Вместе с тем, наиболее активно эти изменения наблюдаются в зимний период (таблица 3.2). Средняя температура зимнего периода повысилась на болоте Ламмин-Суо на $1,4^{\circ}\text{C}$, на Иласском – на $1,1^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3.1 – Средняя многолетняя температура воздуха на болотах Ламмин-Суо и Иласское за разные периоды

Болото	Период		Изменение температуры
	до 1980 г.	с 1981 г.	
Средняя многолетняя температура воздуха, °С			
Ламмин-Суо	3,4	4,2	0,8
Иласское	0,5	1,1	0,6

Таблица 3.2 – Характеристики средней многолетней температуры воздуха зимнего сезона за разные периоды на болотах Ламмин-Суо и Иласское

Болото	Период				Величина изменения	
	до 1980 г.		с 1981 г.		средней температуры, °С	средней суммы температур, °С
	средняя, °С	средняя сумма, °С	средняя, °С	средняя сумма, °С		
Ламмин-Суо	-6,3	-31,4	-4,9	-24,6	1,4	6,8
Иласское	-10,2	-50,7	-9,1	-45,4	1,1	5,3

3.2 Атмосферные осадки. Снежный покров

Количество выпавших атмосферных осадков за период наблюдений на болотах Ламмин-Суо и Иласское в последние десятилетия возрастало (рисунок 3.2, таблица 3.3).

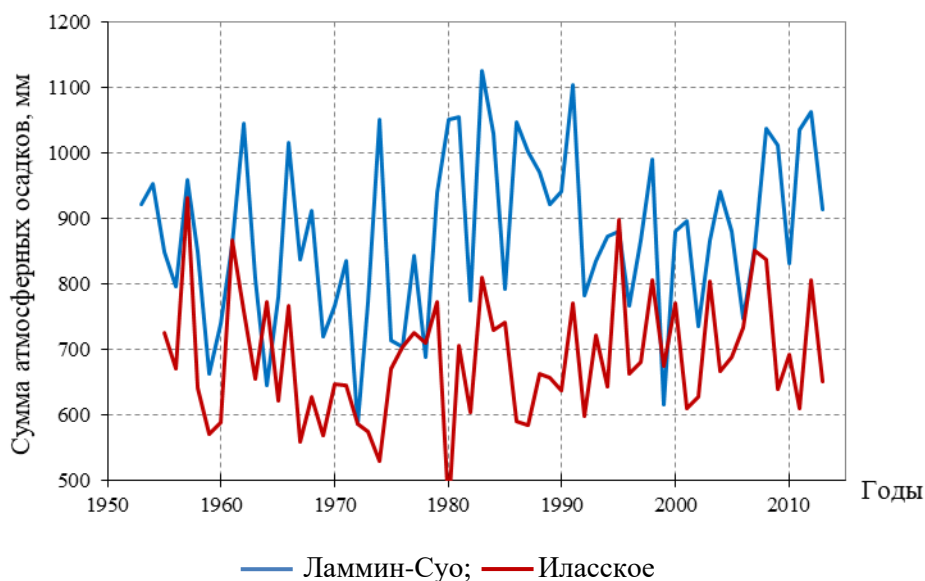


Рисунок 3.2 – Изменение сумм годовых атмосферных осадков на болотах Ламмин-Суо и Иласское

Таблица 3.3 – Средние многолетние суммы годовых и зимних атмосферных осадков (мм) на болотах Ламмин-Суо и Иласское за периоды за два периода

Болото	Период		Величина изменения
	до 1980 г.	С 1981 г.	
Средние суммы годовых осадков			
Ламмин-Суо	810	905	95
Иласское	669	699	30
Средние суммы зимних осадков			
Ламмин-Суо	217	273	56
Иласское	161	175	14

За период наблюдений наиболее интенсивное увеличение атмосферных осадков произошло в районе болота Ламмин-Суо.

Вместе с тем, за последние десятилетия изменение сезонных зимних запасов воды в снеге (по значениям максимального снегонакопления), формирующих объемы весеннего стока с болот в исследуемых районах, имело разнонаправленную тенденцию (рисунок 3.3, таблица 3.4). Если на болоте Иласское она соответствовала общему тренду на увеличение годовых атмосферных осадков, то на болоте Ламмин-Суо произошло резкое сокращение максимальных запасов воды в снежном покрове.



Рисунок 3.3 – Временные изменения максимальных запасов воды в снеге за период их формирования на болотах Ламмин-Суо (1950-2013) и Иласское (1971-2014 гг.)

Количество оттепелей за три зимних месяца (декабрь-февраль) на болоте Ламмин-Суо в период до 1980 г. в среднем наблюдалось в 10 случаях за зиму (таблица 3.5). В последующий период (с 1981 г.) количество оттепелей возросло до 16 случаев за зиму.

Таблица 3.4 - Средние многолетние максимальные запасы воды в снеге (мм) и их потери при оттепелях в характерные климатические периоды

Болото	Период		Изменение
	до 1980 г.	с 1981 г.	
Средние запасы воды в снеге			
Ламмин-Суо	179	153	-26
Иласское	138	149	11
Средние потери снеготазпасов в период оттепелей			
Ламмин-Суо	40	120	80
Иласское	22	26	4
Скорректированные величины потерь снеготазпасов в период оттепелей			
Ламмин-Суо	51	128	77
Иласское	33	44	11

Таблица 3.5 – Количество дней со средней суточной температурой воздуха 0°C и выше по данным наблюдений на болоте Ламмин-Суо

Годы	Количество дней со средней суточной температурой воздуха 0°C и выше			
	декабрь	январь	февраль	Итого за зиму
1950-1960	50	20	16	86
1960-1970	44	24	16	84
1970-1980	72	38	22	132
1980-1990	57	51	21	129
1990-2000	59	43	53	155
2000-2010	75	61	43	179
2010-2018	86	32	44	173

Ежегодные потери влагозапасов в снежном покрове во временной период с 1981 г. составляют: на Иласском болоте – 11 мм, на болоте Ламмин-Суо – 77 мм, т.е. соответственно, потери влаги увеличились на 133 и 151%.

3.3 Испарение

На рисунке 3.4 представлен график изменения годового [6] испарения с болота Ламмин-Суо (испаритель ГГИ-Б-1000) и суммы испарения за вегетационный период с внутриболотного озера (испаритель ГГИ-3000) болота Иласское за период наблюдений с 1964 по 2014 год. Величины испарения за вегетационный период с водной поверхности и поверхности болота близки между собой и заметно отличаются лишь в особенно сухие летние сезоны [6,22]. Как видно из рисунка, если на болоте Ламмин-Суо с начала 1950-х годов [6] прослеживается общая тенденция снижения испарения, особенно заметная с середины 1970-х годов, то на Иласском болоте величина испарения за соответствующий

период оставалась относительно стабильной, на уровне 350-400 мм за сезон. С середины 1980-х годов на севере (болото Иласское) намечается заметная тенденция на увеличение сезонного испарения, которое к середине 2010-х годов достигает величины 500-550 мм. Величина испарения на болоте Ламмин-Суо начала заметно возрастать лишь после 2000 года и, несмотря на увеличение продолжительности вегетационного периода, в конце представленного периода наблюдений остается примерно на 100 мм ниже, чем на севере.

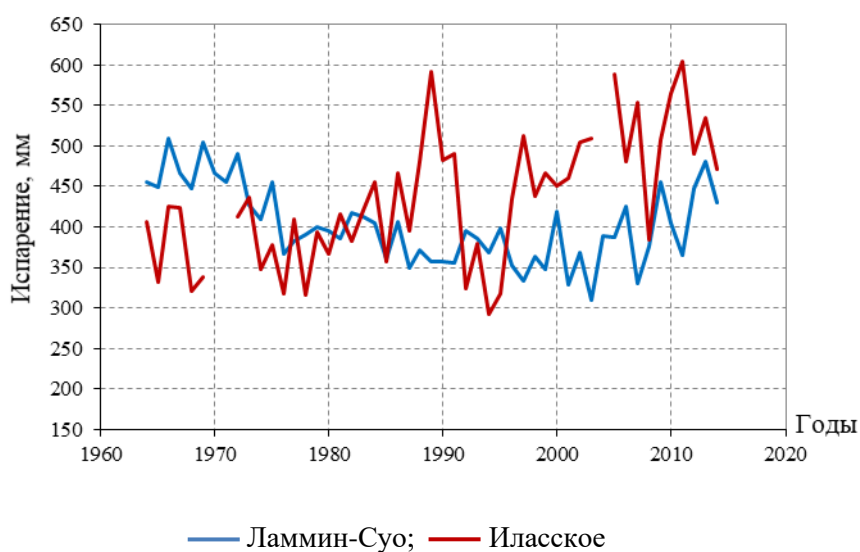


Рисунок 3.4 – Изменение годового испарения с болота Ламмин-Суо за многолетний период (сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной микроландшафт) и суммы испарения за вегетационный период болота Иласское (грядово-озерковый комплекс)

3.4 Уровни болотных вод

В пределах одного болотного массива, как показали исследования, прослеживается синхронность в колебаниях уровня, однако величины его изменений в различных микроландшафтах отличаются друг от друга, что объясняется разным микрорельефом (по высоте и структуре), различной проточностью и водоотдачей деятельного слоя торфяной залежи. Наличие синхронности в колебаниях уровней воды на болоте позволяет получить тесные связи соответствующих уровней в различных болотных микроландшафтах. Располагая уровнями в каком-либо одном микроландшафте, по этим связям можно восстановить значения уровней во всех остальных микроландшафтах изучаемого болотного массива [6].

На рисунке 3.5 представлены графики изменения среднегодовых уровней болотных вод за многолетний период по наиболее репрезентативным для болотного массива в целом скважинам: Ламмин-Суо – скважина 104, Иласское – скважина 205.

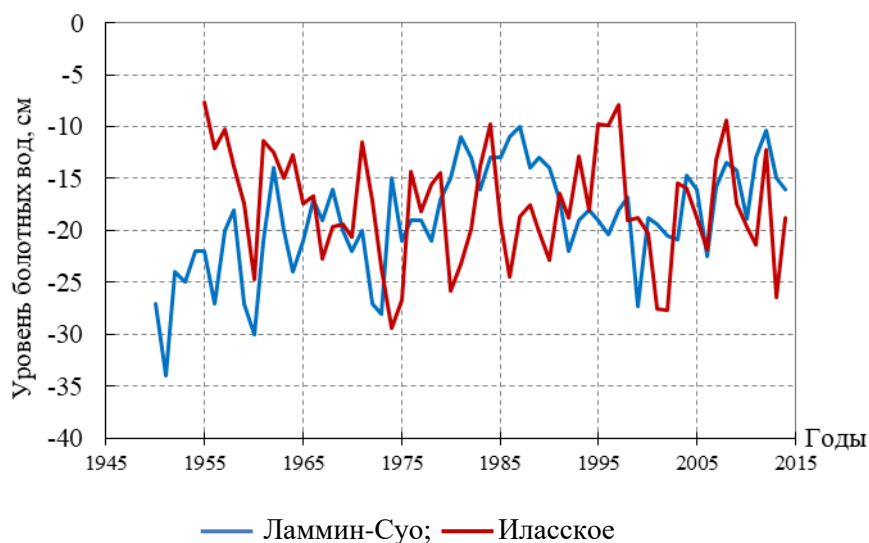


Рисунок 3.5 – Изменение среднегодового уровня болотных вод за период наблюдений на болотах Ламмин-Суо (скважина 104) и Иласское (скважина 205)

Изменения уровней болотных вод, как показывают исследования [6], обусловлены, прежде всего, изменением годовых сумм атмосферных осадков (рисунок 3.2) и продолжительностью зимнего периода.

Если на болоте Ламмин-Суо в последние 15 лет наблюдается рост уровня болотных вод, то для северного Иласского болота за этот период имеет место его отрицательная тенденция. Это вызвано двумя основными причинами. Во-первых, значительные объемы воды, которые, по-прежнему, сосредоточены в снеготалых и слое промерзания, не принимают участия большую часть года в формировании уровня воды в торфяной залежи, и тем самым нивелируют несколько более слабую, чем на Ламмин-Суо, положительную тенденцию на увеличение атмосферных осадков. Период половодья здесь сравнительно короткий при сохраняющемся мерзлом слое. Во-вторых, значительный объем влагозапасов торфяной залежи в вегетационный период расходуется на увеличение испарения с болота (рисунок 3.4), которое вносит наибольший вклад в формирование отрицательного тренда.

3.5 Уровни грунтовых вод

Наблюдения за режимом грунтовых вод под болотом и на окружающих болото суходолах проводились только на болотном массиве Ламмин-Суо. Для характеристики многолетнего изменения уровня грунтовых вод под болотом выбрана скважина 377, которая расположена на куполе болотного массива. Многолетний ход уровней грунтовых вод на окружающих болото суходолах представлен скважиной 360, на водный режим которой в наименьшей степени влияют болотные воды.

Средние многолетние уровни грунтовых вод под болотом характеризуются относительно небольшой амплитудой их изменения (рисунок 3.6). Они наиболее устойчивы как по внутригодовому ходу, так и более сглажены в многолетнем разрезе. Данное обстоятельство определяется тем, что зона питания внутриболотных скважин находится за контурами болотного массива. Цикличность водности основных факторов питания здесь мало выражена и практически не влияет на изменение запасов грунтовых вод под болотом.



Рисунок 3.6 – Изменение уровней грунтовых вод под болотом (скважина 377) и на прилегающих к болоту суходолах (скважина 360) по средним годовым значениям за многолетний период (1965–2018 гг.)

Амплитуда изменения среднегодовых значений уровня воды здесь находится в пределах 0,5 м. В районе представленной скважины они залегают на средней глубине 7,3 метра, что ниже дна болота примерно на 3 метра.

Наиболее четко циклы водности прослеживаются за пределами болотного массива (рисунок 3.6) по данным скважины 360. Такая цикличность обусловлена цикличностью водности основного фактора питания – атмосферных осадков (рисунок 3.2). Вариация изменения средних годовых уровней воды более выраженная. Средняя многолетняя (т.е. без учета экстремальных внутригодовых значений) амплитуда уровней грунтовых вод находится в пределах 1,5-2,0 м.

3.6 Температурный режим торфяной залежи

Наблюдения за температурным режимом торфяной залежи на болотах Ламмин-Суо и Иласское производились по единой методике, изложенной в Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам Выпуск 8 [23], при помощи почвенно-вытяжных термометров ТПВ-50, установленных на глубинах 0,20; 0,40; 0,80; 1,60 и 3,20 м.

На основании этих наблюдений получены сведения о суточном и годовом режиме температуры на различных глубинах торфяной залежи олиготрофных болот. Как видно на рисунке 3.7, повышение температуры торфяной залежи на севере происходило более интенсивно и равномерно. Температура торфяной залежи (на глубине 80 см) на Иласском болоте повысилась на 1,4 °С с 1980 г. В то же время, соответствующее значение на болоте Ламмин-Суо меньше в два раза и равняется только 0,7°С. Относительно последней величины следует иметь ввиду то, что если на севере повышение температуры торфяной залежи происходило равномерно в течение всего представленного периода наблюдений, то на северо-западе (Ламмин-Суо) оно было реализовано всего за 20 лет, т.е. с середины 1990-х годов.



Рисунок 3.7 – Изменение среднегодовой температуры торфяной залежи на глубине 80 см за период наблюдений (1964-2014 гг.) на болотах Ламмин-Суо и Иласское

3.7 Режим промерзания-оттаивания торфяной залежи

Многофакторность процесса промерзания болот обуславливает отсутствие корреляции значений глубины сезонного промерзания только по одному основному фактору – суровости зимы $\Sigma(-t)$. Так, на примере болота Ламмин-Суо, в самую холодную зиму 1955-56 гг. (-1662°С) промерзание болота составило всего 14 см, что лишь на 1 см было больше глубины промерзания в самую теплую зиму 2007-2008 гг. (-345°С). Наибольшая же глубина промерзания 42 см в сфагново-пушицево-кустарничковом, редко облесенном сосной с сухостоем и 32 см в сфагново-кустарничково-сосновом микроландшафтах зафиксирована зимой 1972-73 гг., при сумме отрицательных температур -526°С. Средняя сумма отрицательных среднесуточных температур воздуха за холодный период для болота Ламмин-Суо равняется -936°С. Заметную роль на

формирование мерзлого слоя оказывают такие факторы, как толщина снежного покрова, уровень болотных вод, температура торфяной залежи в предзимний период.

Для анализа характера многолетних изменений глубины промерзания болот Ламмин-Суо и Иласское, на рисунке 3.8 представлен совмещенный ход изменения максимальных глубин промерзания болот на грядах грядово-мочажинного комплекса.

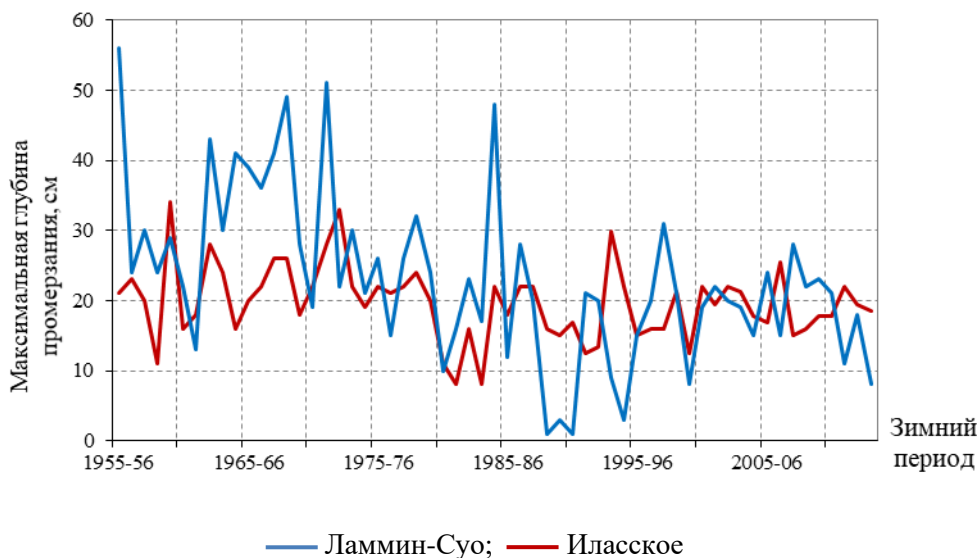


Рисунок 3.8 – Многолетний ход изменения максимальной глубины промерзания на грядах грядово-мочажинного комплекса болот Ламмин-Суо и Иласское (1956-2014 гг.)

Как видно из рисунка, прослеживается синхронность в цикличности изменения глубин промерзания на рассматриваемых болотах. Глубина промерзания на обоих болотах уменьшилась на 5-10 см с конца 70-х годов.

Оттаивание болот представляет собой процесс перехода твердой фазы воды торфяной залежи в жидкое состояние. Этот процесс начинается с момента (даты) устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C . Приток тепла, обуславливающий этот процесс, поступает как через верхнюю (из атмосферы), так и нижнюю (от торфяной залежи) поверхность промерзшего слоя, при значительном преобладании первой. Появление талого слоя сверху начинается после схода снежного покрова. При малых (до 10 см) глубинах промерзания промерзший слой исчезает сразу после схода снега.

3.8 Сток с болот

Сток воды с верховых (олиготрофных) болотных массивов формируется полностью за счет атмосферных осадков. Для примера, на рисунке 3.9 показаны многолетние изменения суммы годовых атмосферных осадков и годового руслового стока с болота Ламмин-Суо, из которого видно, что циклы водности обеих характеристик полностью

совпадают. Если болотные массивы расположены примерно в одних широтах и одинаковой увлажненности территории от выпадающих осадков, то некоторое различие в модулях стока зависит лишь от разницы испарения, которая обусловлена различным соотношением болотных микроландшафтов для конкретного болота.

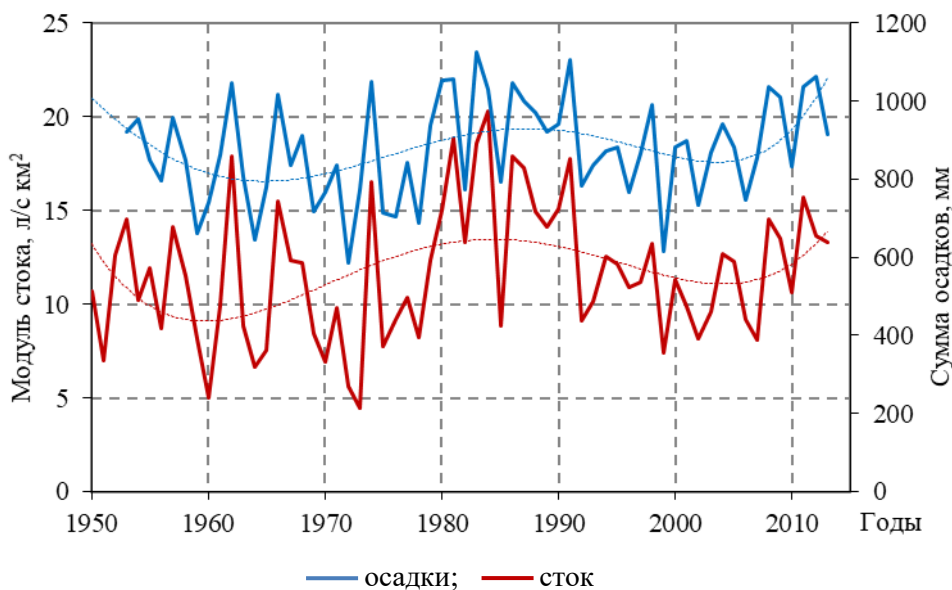


Рисунок 3.9 – Изменение сумм годовых осадков и годового руслового стока за период 1950–2013 гг. (болото Ламмин-Суо)

Многолетние изменения водности годового руслового стока с рассматриваемых болот протекали в противофазе (рисунок 3.10). Если на болоте Ламмин-Суо годовой сток в многолетнем разрезе является относительно стабильной величиной, то на Иласском болоте наблюдается заметное увеличение его средних многолетних значений.

Аналогичная цикличность по водности наблюдается и для весеннего стока (рисунок 3.11), поскольку сток половодья является преобладающей составляющей годового стока. В то же время, относительно абсолютных величин стока ситуация обратная. Если весенний сток на северном болоте за рассматриваемый период относительно стабилен, то на болоте Ламмин-Суо наблюдается существенное снижение объемов стока воды за половодье.

Расходы дождевых паводков на водотоках, стекающих с болотного массива Ламмин-Суо, в многолетнем разрезе является относительно стабильной величиной (рисунок 3.12).

На северном болоте наблюдается значительное увеличение числа и расходов воды дождевых паводков.

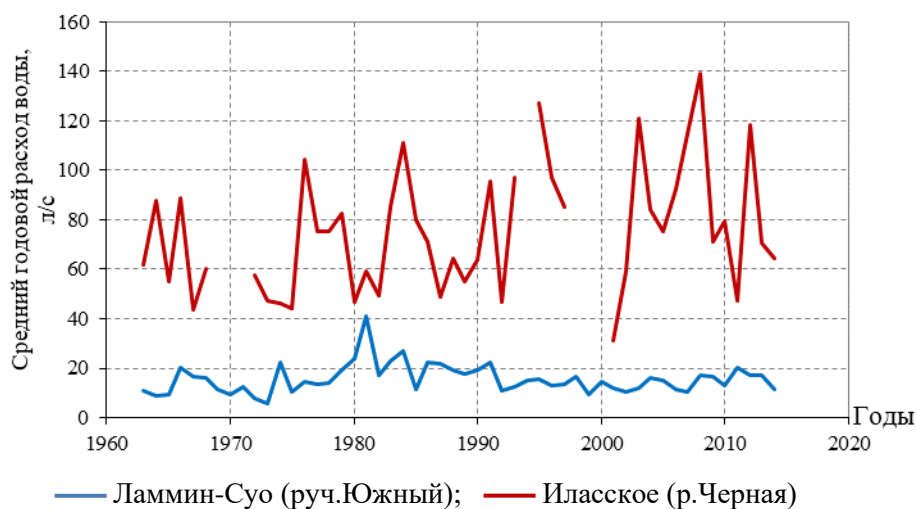


Рисунок 3.10 – Изменение годового руслового стока за период наблюдений 1963–2014 гг. на болотах Ламмин-Суо и Иласское

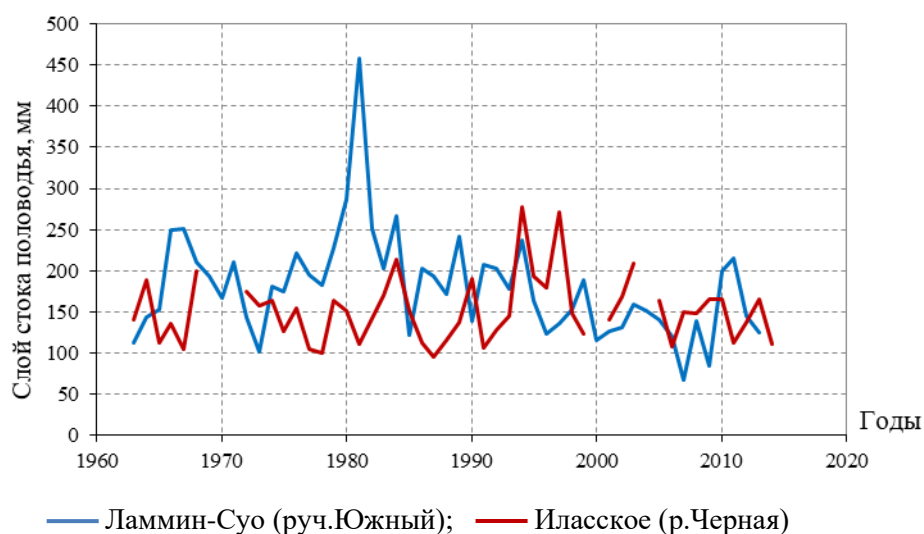


Рисунок 3.11 – Изменение весеннего руслового стока за период наблюдений 1963–2014 гг. на болотах Ламмин-Суо и Иласское

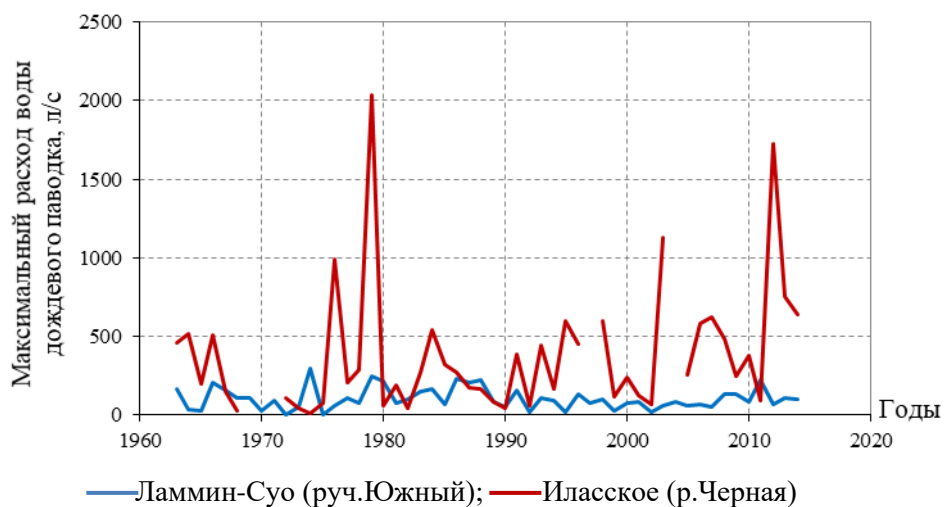


Рисунок 3.12 – Изменение максимальных расходов воды дождевого паводка за период наблюдений 1963–2014 гг. на болотах Ламмин-Суо и Иласское

На рисунке 3.13 показано изменение минимального летнего 30-суточного стока с рассматриваемых болотных массивов. На болоте Ламмин-Суо наблюдается малозначимый тренд на увеличение летнего минимального стока. В то же время, на северном Иласском болоте увеличение летнего минимального стока весьма существенно. Средние 30-суточные расходы воды на реке Черной увеличились с 2,5 л/с до 14,5 л/с.

Увеличение зимнего 30-суточного минимального стока происходит на обоих рассматриваемых болотах (рисунок 3.14). Эти изменения происходят с приблизительно одинаковой интенсивностью, которая несколько слабее на северном болоте. Зимний минимальный сток на болотах за период наблюдений увеличился в среднем на 1,8 л/с. Здесь следует иметь ввиду, что модули зимнего стока для северного болота изначально значительно ниже.

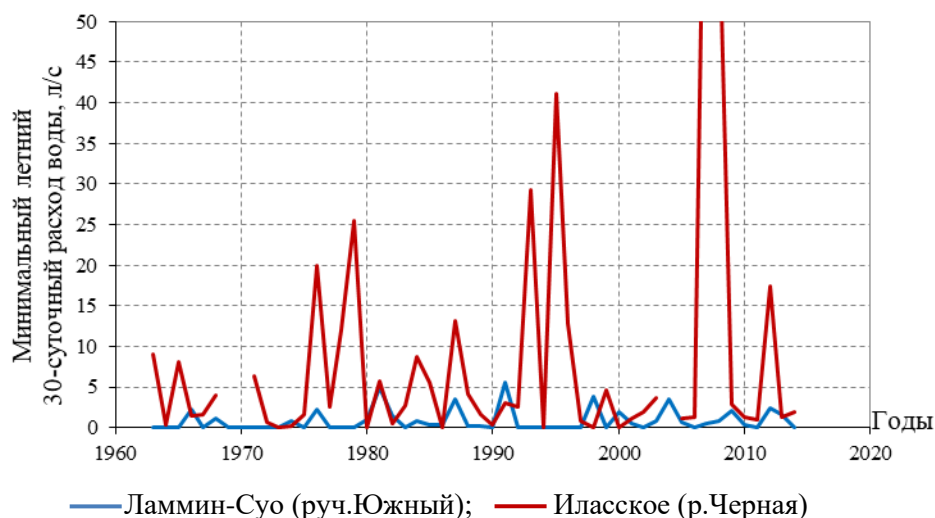


Рисунок 3.13 – Изменение минимального летнего 30-суточного стока за период наблюдений 1963–2014 гг. на болотах Ламмин-Суо и Иласское

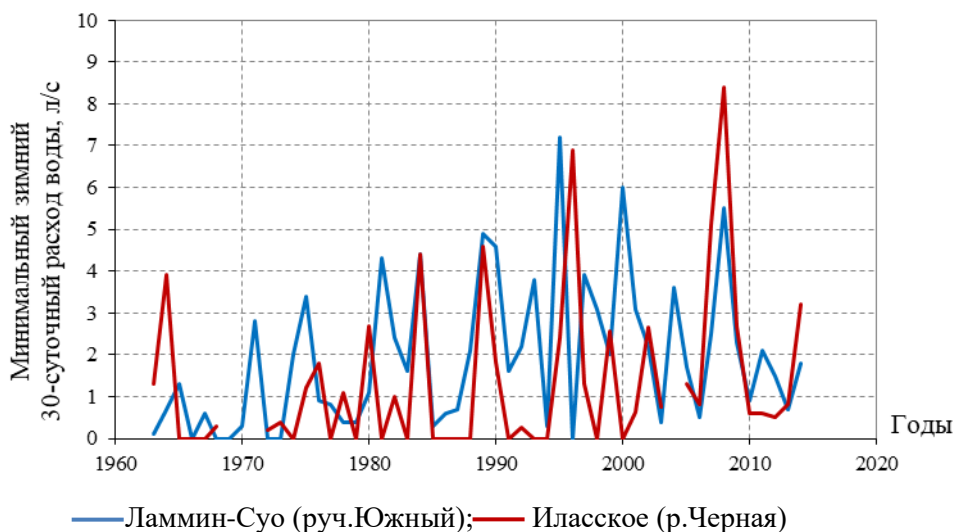


Рисунок 3.14 – Изменение минимального зимнего 30-суточного стока за период наблюдений 1963–2014 гг. на болотах Ламмин-Суо и Иласское

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа данных многолетних комплексных наблюдений на воднобалансовых и болотных станциях Росгидромета получены следующие основные выводы.

1. Общие черты климатических изменений на территории расположения ВБС и БС характеризуются повышением с 80-х годов средней зимней температуры воздуха на 1,2-1,3°C и увеличением количества осадков на 50-60 мм/год. Важная особенность засушливых регионов – изменение внутригодового распределения осадков, суммы которых увеличились в переходные и зимний периоды, но уменьшились в летний период.

2. Климатические изменения привели к перестройке во всей цепи влагооборота на водосборах малых рек, что проявилось в возникновении нестационарности в многолетних рядах наблюдений за водным режимом.

3. Роль литогенного звена в формировании речного стока, начиная с 80-х годов, стала расти. Этому способствовало увеличение инфильтрации и питания подземных вод при уменьшении промерзания, снижение продолжительности холодного периода, участвовавшие оттепели. Уровни грунтовых вод повысились. Регулирующая роль зоны интенсивного водообмена речных бассейнов возросла: снизились максимальные расходы воды весеннего половодья и возросли минимальные, внутригодовое распределение стока стало более сглаженным.

4. Начиная со второй половины, конца 90-х годов расходная часть водного баланса также стала расти. Увеличение увлажненности зоны аэрации и продолжительности теплого периода привело к росту испарения с почвы, особенно в южных районах, и торфа на болотах.. Уровни грунтовых вод в приводораздельных зонах речных бассейнов стали снижаться, соответственно понизился или прекратился полностью сток в первичной гидрографической сети.

5. В целом можно констатировать, что в настоящее время недостаточно данных для более полного раскрытия адаптационного механизма речных бассейнов к изменению климата из-за существенного сокращения программ воднобалансовых наблюдений на специализированной сети Росгидромета. Вместе с тем, без решения этой проблемы мы сталкиваемся с невозможностью эффективно использовать и развивать наработанные ранее технологии расчетов (статистические, региональные, математическое моделирование и т.д.) в инженерной практике и прогнозах. Нестационарность процессов формирования стока вносят большую неопределенность в гидрологическое обоснование проектирования и эксплуатации объектов водохозяйственного комплекса, сельского хозяйства, гидроэнергетики и т.д. Поэтому назрела острая необходимость в

совершенствовании и развитии комплексных наблюдений на существующих воднобалансовых и болотных станциях.

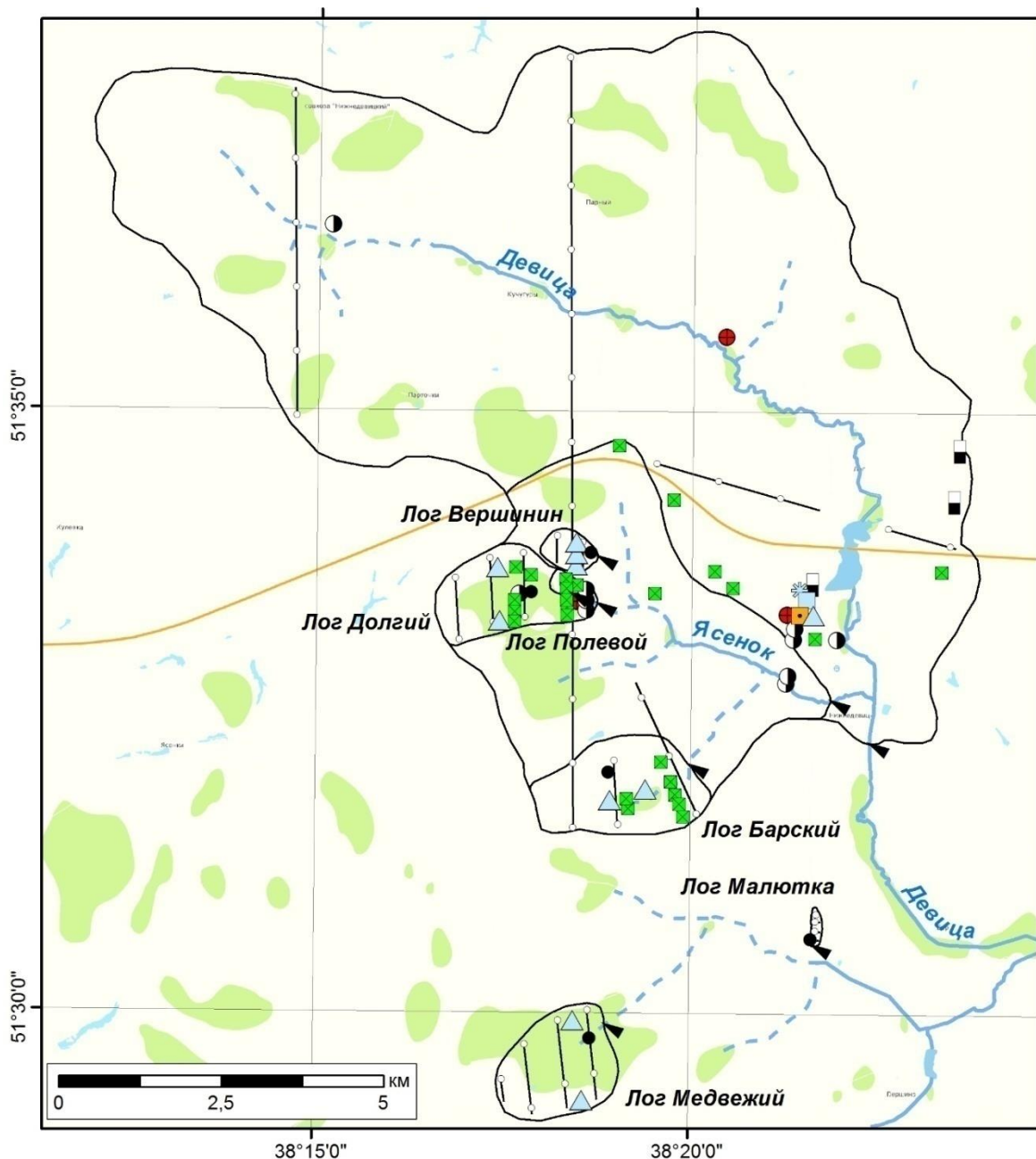
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Руководство воднобалансовым станциям. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 305 с.
- 2 Материалы наблюдений Нижнедевицкой воднобалансовой станции. Курск. 1948-2019 годы.
- 3 Материалы наблюдений научно-исследовательской гидрометеологической обсерватории Каменная степь. Курск. 1950-2019 годы.
- 4 Материалы наблюдений Подмосковной воднобалансовой станции. Москва. 1955-2020 годы.
- 5 Материалы наблюдений Валдайской научно-исследовательской гидрологической лаборатории (ВНИГЛ). Валдай. 1939-2018 годы.
- 6 Гидрометеорологический режим и водный баланс верховых болот Северо-Запада России (на примере болота Ламмин-Суо) / Под ред. С. М. Новикова, В. И. Батуева. — Санкт-Петербург: Свое издательство, 2019. 448 с.
- 7 Школьник И.М. Ожидаемые изменения климата. Труды ГГО им. Воейкова. Вып. 575. СПб, 2014. С. 64-117.
- 8 Богданова Э.Г., Гаврилова С.Ю., Ильин Б.М. Атмосферные осадки. Труды ГГО им. Воейкова. Вып. 573. СПб, 2014. С. 39-64.
- 9 Братсерт У.Х. Испарение в атмосферу. - Л.: Гидрометеиздат, 1985, 352 с.
- 10 Константинов А.Р. Испарение в природе. - Л., Гидрометеиздат, 1968. – 532 с.
- 11 Лавров С.А. Закономерности формирования испарения с поверхности суши и воды под влиянием климатических изменений. Водное хозяйство России, 2019, №1, С. 4-23.
- 12 Школьник И.М., Мелешко В.П., Кароль И.Л., Киселев А.А., Надеждина Е.Д., Хлебникова Е.И., Махоткина Е.Л., Салль И.А. Облачность и радиационный режим на территории России: наблюдаемые климатические изменения. Труды ГГО, Вып. 573, 2014, С. 65-91.
- 13 Калюжный И.Л., Лавров С.А. Гидрофизические процессы на водосборе. Экспериментальные исследования и моделирование. Санкт-Петербург: Нестор-История. 2012. 616 с.
- 14 Лавров С.А., Калюжный И.Л. Физические процессы и закономерности формирования зимнего и весеннего стока рек бассейна Волги в условиях изменения климата // Водное хозяйство России. 2012. № 4. С. 74-84.

- 15 Лавров С.А., Калюжный И.Л. Влияние климатических изменений на сток весеннего половодья и факторы его формирования в бассейне Волги // Водное хозяйство России. 2016. № 6. С. 42-60.
- 16 Вершинина Л.К. Крестовский О.И., Калюжный И.Л., Павлова К.К. Оценка потерь талых вод и прогнозы объёма стока половодья. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 192 с.
- 17 Калюжный И.Л., Павлова К.К. Формирование потерь талого стока. Л.: Гидрометеиздат. 1981. 159 с.
- 18 Иванова Н.Н., Ларионов Г.А. Динамика длины малых рек: факторы и количественная оценка. Труды семинара «Причины и механизмы пересыхания малых рек» под ред. А.П. Дедкова и Г.П. Бутакова, изд. Казанского Университета, Казань, 1996. С. 37-42.
- 19 Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л., Гидрометеиздат, 1978. 308 с.
- 20 Батуев В.И., Новиков С.М., Селянская Н.М., Яхлаков Б.В. Многолетние данные гидрометеорологических наблюдений на Зеленогорской болотной станции (болото Ламмин-Суо). Книга 1 / Электронная база данных. – ФГБУ ГГИ. Свидетельство о государственной Регистрации № 2018620129 от 19.01.2018.
- 21 Батуев В.И., Селянская Н.М., Яхлаков Б.В. Многолетние данные гидрометеорологических наблюдений на Зеленогорской болотной станции (болото Ламмин-Суо). Книга 2 / Электронная база данных. – ФГБУ ГГИ. Свидетельство о государственной Регистрации № 2019620310 от 22.02.2019.
- 22 Калюжный И.Л., Батуев В.И. Формирование температурного режима торфяной залежи при изменении климатических характеристик в северной и северо-западной зоне олиготрофных болот ЕТР // Труды ГГО, 2015. Вып. 577. С. 156-168.
- 23 Методические указания по расчетам стока с неосушенных и осушенных болот. Росгидромет, СТО ФГБУ ГГИ 08.30-2001. /под рук. В.И. Батуева/ - СПб., Петербургский модный базар, 2011. 136 с.
- 24 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.8. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. - Л., Гидрометеиздат, 1990, 360 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Схемы размещения пунктов наблюдений и основные гидрографические характеристики водосборов на воднобалансовых и болотных станциях

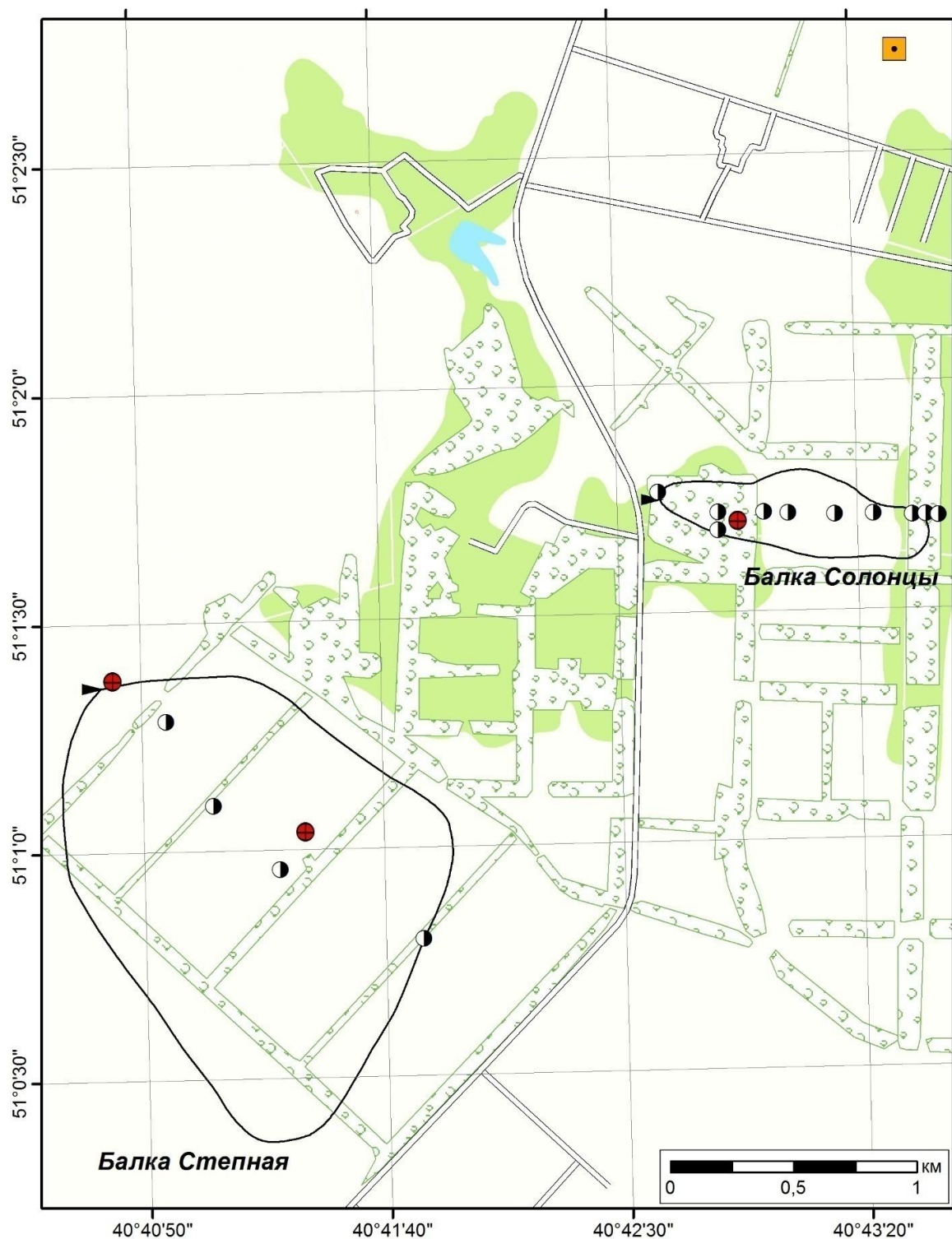
Приложение А.1 – Нижнедевицкая ВБС



Условные обозначения

	Гидрометрические сооружения		Снегоиспарительные площадки
	Метеорологические площадки		Пункты наблюдений за влажностью почво-грунтов
	Осадкомерные пункты, оборудованные осадкомером		Пункты наблюдений за промерзанием и оттаиванием почво-грунтов
	Осадкомерные пункты, оборудованные осадкомером и самописцем дождя		Наблюдательные гидрогеологические скважины
	Почвенноиспарительные		Снегомерные маршруты
	Водноиспарительные площадки		Границы водосборных бассейнов

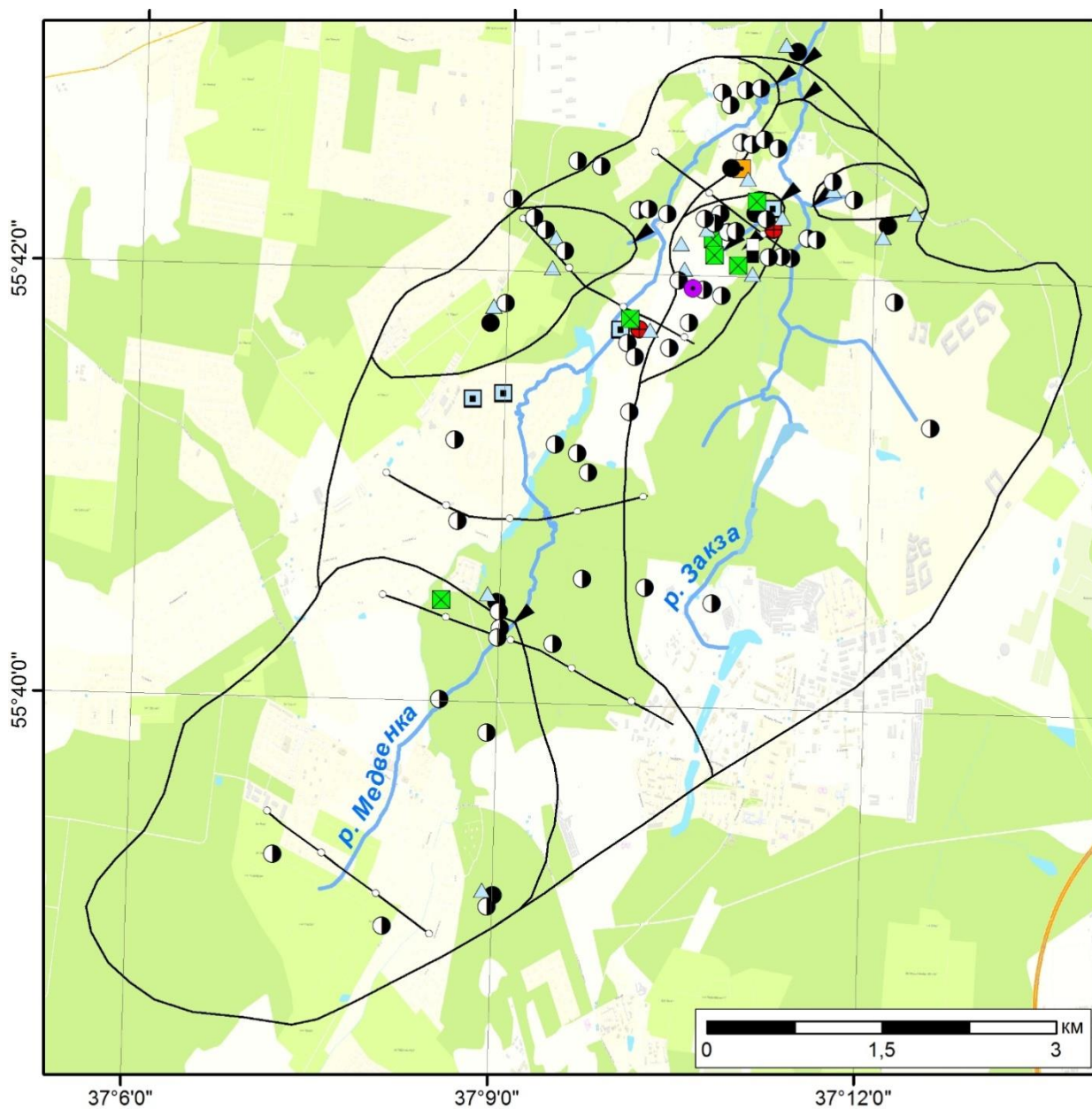
Приложение А.2 – ВБС Каменная степь



Условные обозначения

	Гидрометрические сооружения		Скважина для наблюдения за уровнем подземных вод
	Метеорологические площадки		Границы водосборных бассейнов
	Осадкомерные пункты		Лесонасаждения

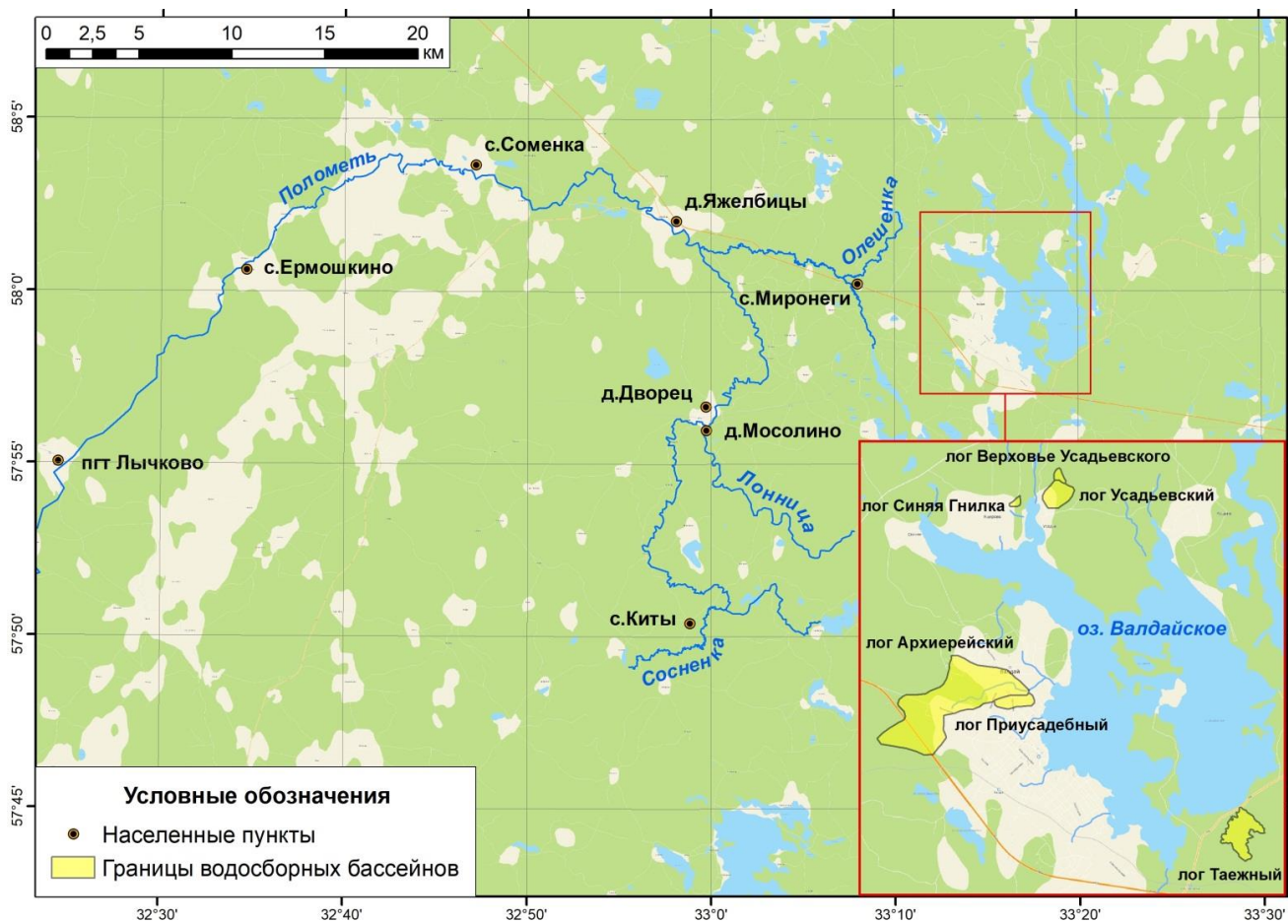
Приложение А.3 – Подмосковная ВБС

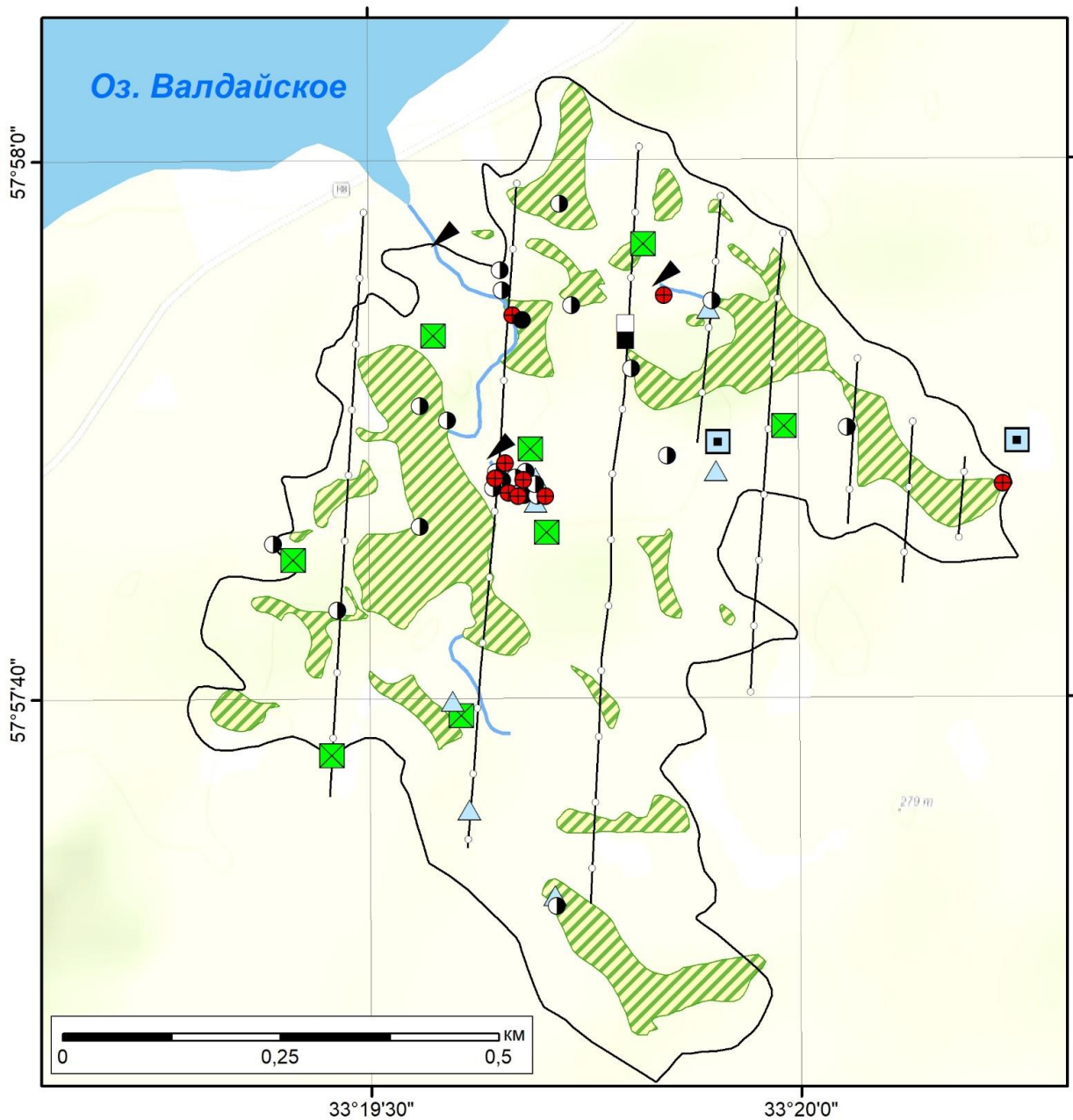


Условные обозначения

- | | | | |
|---|---|---|--|
| ▲ | Гидрометрические сооружения | ■ | Участки наблюдений за влажностью почвы |
| ▣ | Воднобалансовые площадки | ▲ | Пункты наблюдений за глубиной промерзания и оттаивания почвы |
| ■ | Метеорологические площадки | ● | Наблюдательные гидрогеологические скважины |
| ● | Осадкомерные пункты, оборудованные осадкомером | ● | Смотровой колодец |
| ● | Осадкомерные пункты, оборудованные осадкомером и самописцем дождя | ○ | Снегомерные маршруты |
| ■ | Почвенноиспарительные | — | Границы водосборных |

Приложение А.4 – Валдайская ВБС

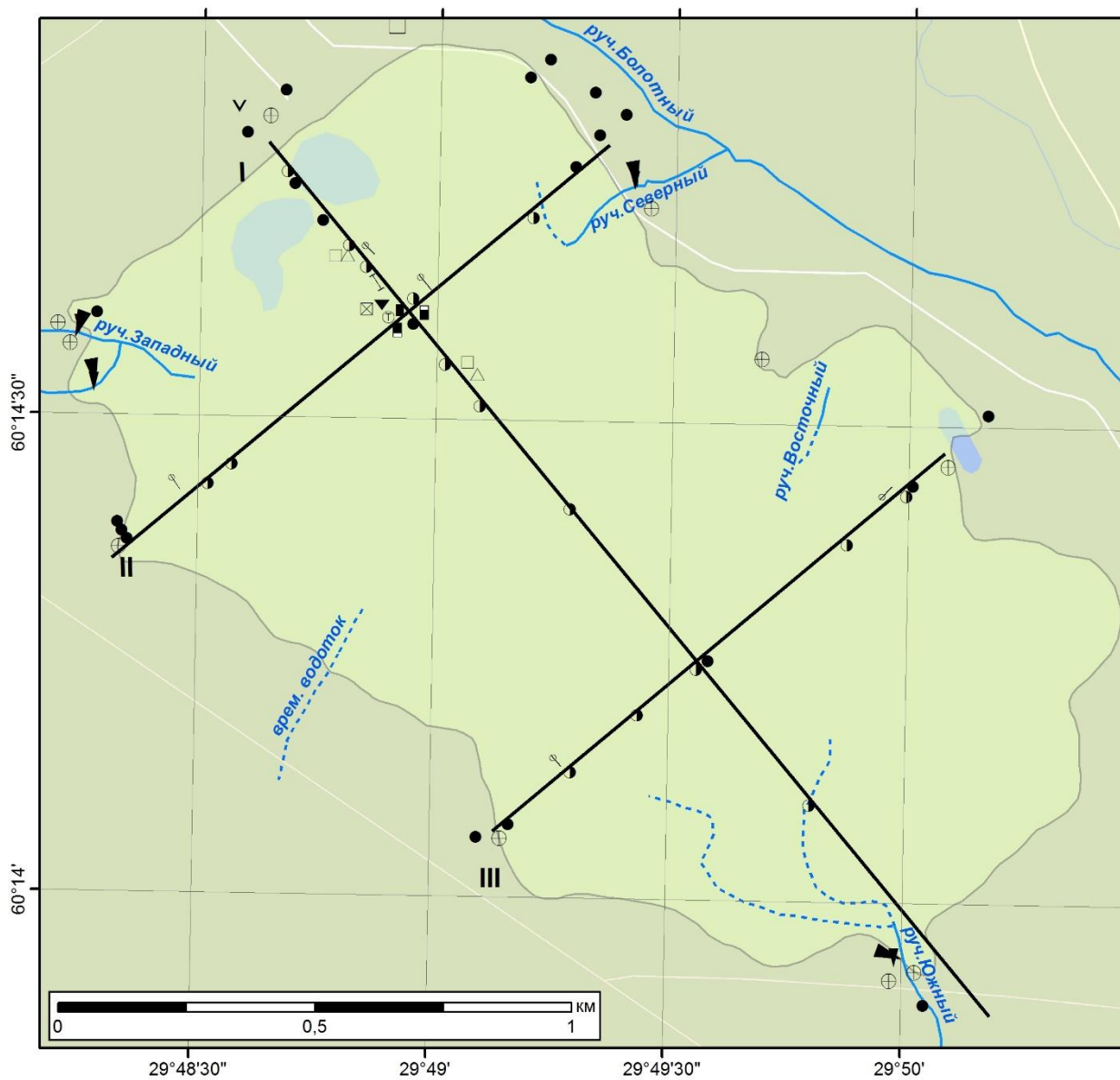




Условные обозначения

- | | |
|---|--|
| ▲ Гидрометрические сооружения | ■ Участки наблюдений за влажностью почвы |
| □ Воднобалансовые площадки | ▲ Пункты наблюдений за глубиной промерзания и оттаивания почвы |
| ● Осадкомерные пункты, оборудованные осадкомером | ● Смотровые скважины |
| ● Осадкомерные пункты, оборудованные самописцем дождя | ○ Снегомерные маршруты |
| ■ Почвенноиспарительные площадки | — Граница водосборного бассейна |
| | ▨ Заболоченные земли |

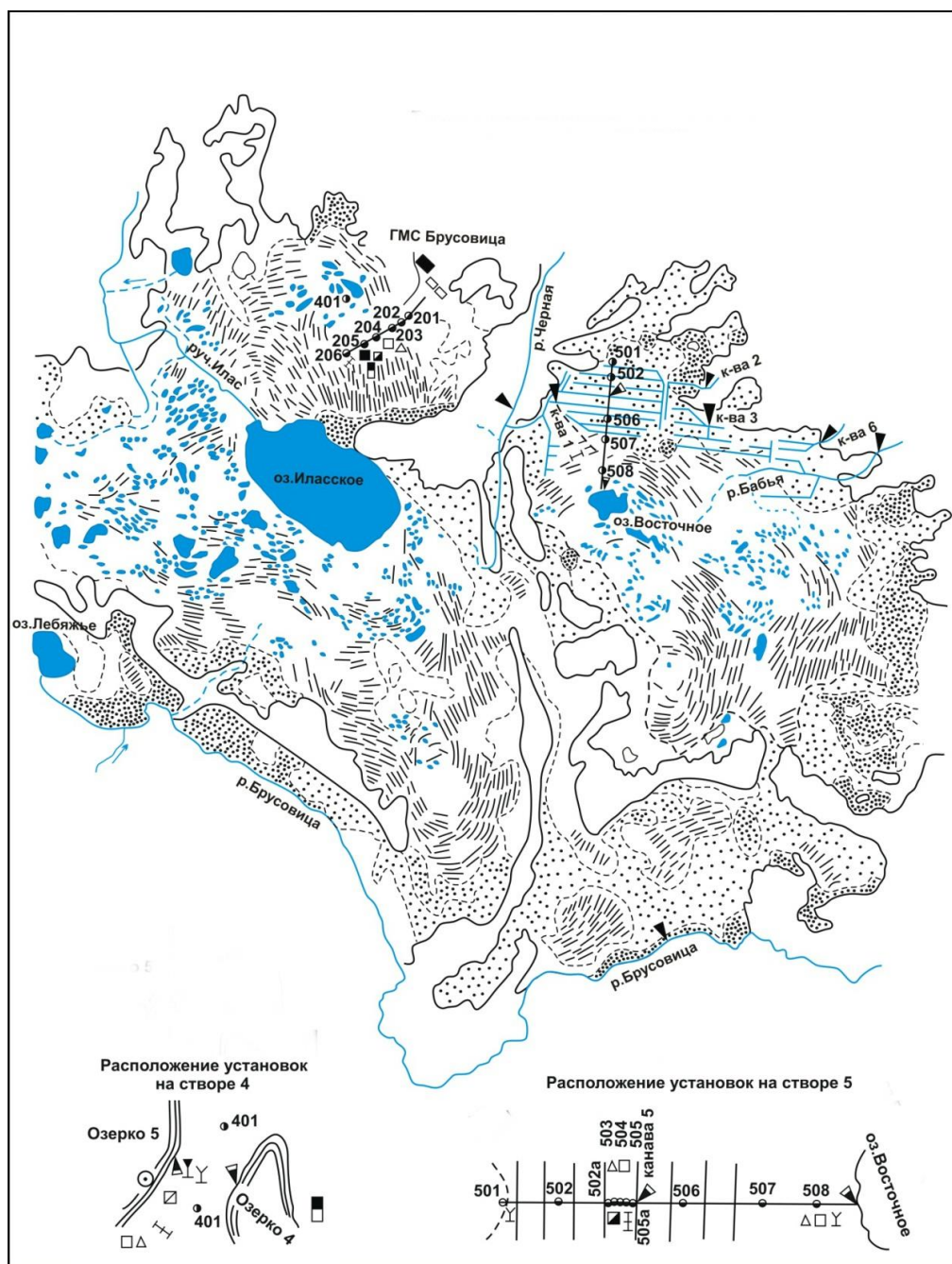
Приложение А.5 – Зеленогорская БС (Ламмин-Суо)



Условные обозначения

- | | | | |
|---|---|-----|--|
| ● | Болотные скважины | ⊠ | Пункт наблюдений за реакцией уровня на выпадающие осадки |
| ● | Гидрогеологические | ■ | Пункт наблюдений за испарением по упрощенному методу теплового баланса |
| □ | Стоковая площадка | ∇ | Осадкомер |
| ⊕ | Реперы | ▼ | Самописец дождя |
| ▼ | Стоковый пост на ручьях | ■ | Метеорологическая |
| □ | Участки и пункты наблюдений за снежным покровом | ■ | Испарительная площадка |
| △ | Пункт наблюдений за промерзанием и оттаиванием болота | —+— | Линии таксации |
| ⊕ | Пункт наблюдений за температурой торфяной залежи | —○— | Мостки |

Приложение А.6 – БС Брусовица



Условные обозначения:

■	Метеорологическая площадка	□	Участки и пункты наблюдений за снежным покровом
∩	Осадкомер	— —	Линии таксации
■	Испарительная площадка	⊕	Болотные скважины и мостики
■	Пункт наблюдений за испарением по упрощенному методу теплового баланса	●	Гидрогеологические скважины
□	Пункт наблюдений за реакцией уровня на выпадающие осадки	□	Стоковая площадка
⊞	Пункт наблюдений за температурой торфяной залежи	▼	Стоковый пост на ручьях
△	Пункт наблюдений за промерзанием и оттаиванием болота	⊙	Реперы
∩	Самописец дождя (плювиограф)	⊙	Суходол

Приложение А.7 – Основные гидрографические характеристики водосборов в пунктах гидрологических наблюдений

Название водотока	Площадь водосбора, км ²	Длина тальвега, км	Средняя ширина водосбора, км	Средняя высота водосбора, мБС	Средний уклон, ‰		Год начала наблюдений
					тальвега	водосбора	
Нижедевицкая ВБС							
лог Малютка	0,05	0,32	0,09	175	69	73	1954
лог Долгий	2,57	2,5	1,10	223	29	79	1949
ВБС Каменная степь							
балка Степная	1,92	1,80	1,10	191,0	9	11	1950
балка Солонцы	0,25	0,56	0,23	190,3	10	11	1954
Валдайская ВБС							
р.Полометь-д.Дворец	432	39,1	-	(207)	1,2	22,5	1936
р.Полометь-д.Яжелбицы	631	57,9	-	(200)	2,11	29,1	1952
р.Полометь-с.Соменка	776	77,4	-	(190)	1,8	31,5	1959
р.Полометь-д.Ермошкино	1180	101	-	(180)	1,4	-	1960
р.Полометь-пгт.Лычково	2200	118	-	(140)	1,51	-	1919
р.Сосненка-д.Киты	101	25,2	-	(240)	1,9	-	1934
р.Лонница-д.Моссолино	48,3	18,6	-	(220)	3,96	25,2	1934
р.Соминка-д.Дворец	33,9	12,7	-	(180)	1,4	-	1936
р.Олешенка-с.Миронеге	31,9	11	-	(200)	5,3	-	1958
руч.Архиерейский	0,67	4,70	-	220	8	40	1936
лог Усадьевский	0,36	0,97	-	212	22	76	1938
лог Верховье Усадьевского	0,016	0,08	-	216	32	83	1949
лог Синяя Гнилка	0,015	0,15	-	210	74	104	1949
лог Таежный	0,45	1,30	-	210	20	85	1939

Продолжение приложения А.7

Название водотока	Площадь водосбора, км ²	Длина тальвега, км	Средняя ширина водосбора, км	Средняя высота водосбора, мБ _С	Средний уклон, ‰		Год начала наблюдений
					тальвега	водосбора	
Подмосковная ВБС							
р.Медвенка-выше устья р.Закзы	21,5	11,2	2,3	-	4,61	20,9	1946
Зеленогорская БС(Ламмин-Суо)							
руч.Южный	1,18	0,58	0,76	53,36	4,31	-	1950
руч.Западный 1	0,32	0,40	0,41	54,76	2,76	-	1953
руч.Западный2	0,32	0,33	0,41	54,76	2,76	-	1953
руч.Северный	0,37	0,29	0,52	54,88	6,91	-	1955
руч.Восточный	0,10	0,06	0,47	53,57	8,33	-	1971
БС Брусовица							
р.Брусовица - 29 км от истока	145	41,8	10,7	-	1,42	7,7	1963
р.Бабья- 12 км от устья	4,20	2,32	2,31	-	7,42	11,4	1963
р.Черная- 7,6 км от устья	8,90	3,13	3,14	-	7,56	6,3	1963

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Метеорологические характеристики воднобалансовых станций

Приложение Б.1 – Температура воздуха, °С (месячные величины: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Нижедевицкая ВБС (1948-90, 1995-2019 гг.)													
Средн.	-7,9	-7,5	-2,2	7,6	14,9	18,5	20,0	18,9	13,0	6,3	-0,3	-4,5	6,3
Наим.	-17,4	-19,3	-9,4	1,9	11	15,2	16,3	15,6	8,7	0,2	-6,9	-11,7	3,45
Наиб.	-0,3	0,4	3,8	12,6	19,1	22	26	24,9	17	10,2	5,5	7,8	8,6
ВБС Каменная степь (1950-2019 гг.)													
Средн.	-8,3	-8,0	-2,4	8,0	15,2	18,8	20,5	19,6	13,7	6,4	-0,5	-5,3	6,5
Наим.	-18,2	-19,8	-10,0	1,8	11,4	15,2	16,5	16,2	9,1	0,2	-6,3	-12,7	3,5
Наиб.	-0,2	0	3,7	13,2	19,9	23,4	26,8	26,8	18,5	10,7	6,1	1	8,7
Подмосковная ВБС (1955-2020 гг.)													
Средн.	-8,4	-7,7	-2,5	5,4	12,4	16,1	18,0	16,1	10,6	4,8	-1,5	-5,7	4,8
Наим.	-18,6	-19,7	-10,4	0,7	7,7	12,2	14,6	13,7	6,3	-1,8	-9,0	-15,3	2,1
Наиб.	-0,3	0,1	3,6	10,2	16,5	20,3	25,1	20,9	13,7	9,0	3,4	6,3	7,6
Валдайская ВБС (1939-2018 гг.)													
Средн.	-9,0	-8,3	-3,7	3,8	10,8	15,1	17,3	15,5	10,1	4,3	-1,6	-5,9	4,0
Наим.	-20,4	-18,0	-12,1	-1,4	6,0	11,3	13,7	12,7	5,8	-1,4	-8,4	-17,4	0,6
Наиб.	-2,2	0,5	3,4	8,3	15,4	21,0	24,1	19,4	13,0	8,1	3,0	1,4	6,2

Приложение Б.2 – Атмосферные осадки, мм (месячные величины: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
Нижедевицкая ВБС (1948-90, 1995-2019 гг.)													
Средн.	42,7	34,8	34,0	38,0	50,7	61,7	64,8	52,2	48,5	43,9	46,5	46,9	566
Наим.	7,0	1,8	6,8	2,7	2,0	8,8	6,9	2,0	0,7	2,7	3,6	7,0	406
Наиб.	112	79	70	98	120	138	154	137	187	149	132	126	859
ВБС Каменная степь (1950-2019 гг.)													
Средн.	35,3	27,3	26,7	33,0	43,6	55,7	57,6	42,7	45,1	44,2	40,5	39,7	490
Наим.	4,2	1,3	2,0	5,2	4,7	2,5	4,1	4,5	2,2	8,7	2,3	8,4	290
Наиб.	80,0	76,0	61,2	98,3	93,5	133	149,1	130	151	107	95,3	95,0	683
Подмосковная ВБС (1955-2020 гг.)													
Средн.	36,3	30,7	28,2	36,7	57,6	70,7	73,7	74,0	62,0	57,3	44,5	41,6	613
Наим.	3,3	1,2	3,9	5,5	5,2	8,0	14,7	17,8	8,4	0,0	2,1	11,4	341
Наиб.	65,5	89,3	79,1	102	182	139	164	202,	182	133	123	101	945
Валдайская ВБС (1939-2018 гг.)													
Средн.	48,5	35,3	37,7	42,3	55,3	82,9	87,9	83,3	71,2	73,4	59,5	53,3	730
Наим.	4,6	5,3	7,6	5,5	9,3	17,8	6,1	4,8	11,5	0,9	1,4	10,1	476
Наиб.	138	90,6	96,3	91,2	135	218	226	224	163	144	137	110	1016

Приложение Б.3 – Характеристика снежного покрова

Нижнедевицкая ВБС

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова		Характеристики на ранние и поздние даты				Предвесенние запасы воды в снеге				
Многолетние характеристики		Дата		Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Характеристика значения	Запасы воды в снеге, мм		
Характеристика значения	Наибольшая высота, см	Характеристикадаты	Дата							
<i>поле в районе метеоплощадки (1974-89, 1995-2019 гг.)</i>										
Среднее	26	0,27	71	Ранняя	10.01.2002	33	0,2	66	Среднее	75
Наименьшее	<u>12</u> 15.02.2015	<u>0,13</u> 20.01.1984	<u>26</u> 20.01.1984						Наименьшее	<u>31</u> 10.02.2014
Наибольшее	57 10.03.2006	0,41 5.03.1975	<u>165</u> 10.03.2006	Поздняя	31.03.1976 31.03.2013	26 20	0,31 0,23	81 46	Наибольшее	<u>165</u> 10.03.2006
<i>лес (1975, 1977-89, 1996-2008 гг.)</i>										
Среднее	43	0,24	103	Ранняя	20.01.2002	40	0,21	84	Среднее	105
Наименьшее	<u>18</u> 10.02.2007	<u>0,17</u> 10.03.2003	<u>32</u> 10.02.2007						Наименьшее	<u>48</u> 5.03.2007
Наибольшее	<u>69</u> 10.03.2006	<u>0,34</u> 10.03.1977	<u>173</u> 31.03.1987	Поздняя	31.03.1987	64	0,27	173	Наибольшее	<u>173</u> 31.03.1987

ВБС Каменная степь

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова		Характеристики на ранние и поздние даты					Предвесенние запасы воды в снеге			
		Многолетние характеристики		Дата						
Характеристика значения	Наибольшая высота, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды, мм в снеге	Характеристика даты	Дата	Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Характеристика значения	Запасы воды в снеге, мм
Среднее	26	0,28	71	Ранняя	13.01.2015	37	0,19	70	Среднее	74
Наименьшее	<u>7</u> 13.03.1961	<u>0,12</u> 31.01.2007	<u>15</u> 03.03.2001						Наименьшее	<u>15</u> 03.03.2001
Наибольшее	<u>56</u> 3.03.2006	<u>0,41</u> 26.02.2004	<u>165</u> 28.02.1967	Поздняя	1.01.1996	33	0,26	86	Наибольшее	<u>165</u> 28.02.1967
Балка Солонцы (1954-91, 1994-2019 гг.)										
Среднее	31	0,26	79	Ранняя	13.01.2015	36	0,19	68	Среднее	81
Наименьшее	8 03.03.2001	<u>0,12</u> 31.01.2007	<u>16</u> 03.03.2001						Наименьшее	<u>16</u> 03.03.2001
Наибольшее	<u>74</u> 6.03.2006	<u>0,37</u> 31.03.2005	<u>177</u> 28.02.1967	Поздняя	4.01.1968	40	0,31	124	Наибольшее	<u>177</u> 28.02.1967

ВБС Подмосковная

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова		Характеристики на ранние и поздние даты						Предвесенние запасы воды в снеге		
		Многолетние характеристики		Дата		Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³			Запас водыв снеге, мм
Характеристика значения	Наибольшая высота, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Характеристикадаты	Дата			Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	
						<i>Воднобалансовая площадка №1 - поле (1973-86, 1988-92, 1994, 1995, 1998-2006, 2010-2020 гг.)</i>				
Среднее	45	0,24	111			46	0,31	143	Среднее	115
Наименьшее	<u>13</u> 18.02.2020	<u>0,17</u> 28.01.1991	<u>29</u> 18.02.2020	Ранняя	28.01.1989, 28.01.2002	30	0,24	72	Наименьшее	<u>52</u> 28.02.1984
Наибольшее	<u>75</u> 28.02.2001	<u>0,38</u> 3.03.2017	<u>196</u> 28.02.1994	Поздняя	28.03.2005, 28.03.2013	53 68	0,25 0,24	133 163	Наибольшее	<u>196</u> 28.02.1994
<i>Воднобалансовая площадка №2 - лес(1973-86, 1988-92, 1994, 1999-2001, 2003, 2004, 2006, 2010-2019 гг., зимой 2020 снега не было)</i>										
Среднее	36	0,24	90			16	0,36	58	Среднее	94
Наименьшее	4 3.02.2016, 3.02.2017	<u>0,18</u> 28.01.1991	<u>25</u> 29.01.2000	Ранняя	27.01.1995				Наименьшее	<u>25</u> 29.01.2000
Наибольшее	<u>76</u> 28.03.2013	<u>0,37</u> 28.02.1990	<u>167</u> 28.03.2013	Поздняя	29.03.2018	24	0,28	57	Наибольшее	<u>167</u> 28.03.2013

Валдайская ВБС

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова		Характеристики на ранние и поздние даты						Предвесенние запасы воды в снеге		
		Многолетние характеристики		Запас воды в снеге, мм	Средняя плотность снега, г/см ³	Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Характеристика значения	Запасы воды в снеге, мм
Характеристика значения	Наибольшая высота, см	Дата	Дата характеристикадаты							
				р. Полометь - д. Дворец поле(1969-70, 1974, 1976-82, 1984-88, 2009-14, 2016-2019 гг.)						
Среднее	50	0,25	123	Ранняя	02.02.1982	54	0,26	140	Среднее	126
Наименьшее	<u>13</u> 13.03.2014	<u>0,17</u> 20.03.2012	<u>47</u> 18.03.2014						Наименьшее	<u>47</u> 18.03.2014
Наибольшее	<u>83</u> 28.03.2013	<u>0,36</u> 13.03.2014	<u>232</u> 28.03.2011	Поздняя	02.04.2013	75	0,26	195	Наибольшее	<u>232</u> 28.03.2011
р. Полометь - д. Дворец лес(1969-88, 2009-2019 гг.)										
Среднее	48	0,24	113	Ранняя	2.02.1982	64	0,23	147	Среднее	116
Наименьшее	<u>1</u> 13.03.2014	<u>0,17</u> 27.02.1970	<u>3</u> 13.03.2014						Наименьшее	<u>3</u> 13.03.2014
Наибольшее	<u>74</u> 20.03.1976	<u>0,31</u> 15.03.2016, 6.03.2017	<u>196</u> 28.03.2011	Поздняя	2.04.2013	56	0,24	134	Наибольшее	<u>196</u> 28.03.2011

Продолжение приложения Б.3

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова		Характеристики на ранние и поздние даты					Предвесенние запасы воды в снеге			
Многолетние характеристики		Дата		Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Характеристика значения	Запасы воды в снеге, мм		
Характеристика значения	Наибольшая высота, см	Характеристика даты	Дата							
<p>р. Полометь - д. Крестовая поле(1968-78, 2009-14, 2016-2019 гг.)</p>										
Среднее	54	0,26	138	Ранняя	20.12.1973	53	0,25	133	Среднее	144
Наименьшее	4 13.03.2014	0,16 31.01.1967	12 13.03.2014						Наименьшее	12 13.03.2014
Наибольшее	95 2.04.2013	0,32 13.03.2016, 6.03.2017	251 28.03.2011	Поздняя	2.04.2013	95	0,25	238	Наибольшее	251 28.03.2011
<p>р. Полометь - д. Крестовая лес (1968-78, 2009-14, 2016-2019 гг.)</p>										
Среднее	53	0,24	127	Ранняя	20.12.1973	49	0,21	103	Среднее	128
Наименьшее	6 13.03.2014	0,19 20.02.1978, 20.03.2012	16 13.03.2014						Наименьшее	16 13.03.2014
Наибольшее	83 28.03.2011	0,32 60.03.2017	249 28.03.2011	Поздняя	2.04.2013	75	0,25	188	Наибольшее	249 28.03.2011

Продолжение приложения Б.3

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова		Характеристики на ранние и поздние даты				Предвесенние запасы воды в снеге					
Характеристика значения	Многолетние характеристики	Наибольшая высота, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Дата		Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Характеристика значения	Запасы воды в снеге, мм
					характеристикадаты	Дата					
Лог Таежный											
<i>водосбор(1939-41, 1950-2014 гг.)</i>											
Среднее		54	0,23	125	Ранняя	11.01.1974	52	0,22	114	Среднее	129
Наименьшее		<u>10</u> 11.03.2014	<u>0,18</u> 14.03.1963	<u>27</u> 11.03.2014						Наименьшее	<u>27</u> 11.03.2014
Наибольшее		<u>85</u> 12.04.1955	<u>0,29</u> 23.03.1967, 23.03.1970	<u>216</u> 9.04.1956	Поздняя	12.04.1955	85	0,24	204	Наибольшее	<u>216</u> 9.04.1956
Лог Таежный											
<i>лес (1954-2005 гг.)</i>											
Среднее		50	0,24	124						Среднее	127
Наименьшее		<u>24</u> 25.02.1972	<u>0,16</u> 3.03.1954	<u>43</u> 26.03.1954	Ранняя	31.01.1989, 31.01.1990	46 39	0,29 0,26	133 101	Наименьшее	<u>47</u> 23.03.1954
Наибольшее		<u>83</u> 12.04.1955	<u>0,29</u> 27.02.1974, 21.03.1988,31.01.1989, 25.03.1999, 14.03.2001, 04.03.2002	<u>208</u> 9.04.1956	Поздняя	12.04.1955	83	0,24	199	Наибольшее	<u>208</u> 9.04.1956

Продолжение приложения Б.3

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова										Предвесенние запасы воды в снеге	
Многолетние характеристики				Характеристики на ранние и поздние даты						Характеристика значения	Запасы воды в снеге, мм
Характеристика значения	Наибольшая высота, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Дата		Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Характеристика значения		
				характеристикадаты	Дата						
Лог Тажный											
<i>луз(1956-2006 гг.)</i>											
Среднее	67	0,25	167	Ранняя	31.01.1989, 31.01.1990	63	0,28	176	Среднее	168	
Наименьшее	<u>37</u> 25.02.1972	<u>0,19</u> 14.03.1963, 18.03.1964, 28.02.1979	<u>85</u> 25.02.1972			63	0,24	151	Наименьшее	<u>85</u> 25.02.1972	
Наибольшее	<u>91</u> 25.03.1999	<u>0,31</u> 14.03.2001	<u>273</u> 25.03.1999	Поздняя	9.04.1956	89	0,26	231	Наибольшее	<u>273</u> 25.03.1999	
Лог Тажный											
<i>заболоченные участки(1954-2006 гг.)</i>											
Среднее	57	0,24	140	Ранняя	31.01.1989, 31.01.1990	55	0,30	165	Среднее	141	
Наименьшее	<u>30</u> 3.03.1954	<u>0,15</u> 3.03.1954	<u>54</u> 23.03.1954			47	0,26	122	Наименьшее	<u>54</u> 23.03.1954	
Наибольшее	<u>92</u> 12.04.1955	<u>0,30</u> 27.02.1974, 31.01.1989 14.03.2001	<u>235</u> 26.03.1966	Поздняя	12.04.1955	18	0,27	49	Наибольшее	<u>235</u> 26.03.1966	

Продолжение приложения Б.3

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова		Характеристики на ранние и поздние даты				Предвесенние запасы воды в снеге	
Характеристика значения	Многолетние характеристики		Запас воды в снеге, мм	Средняя плотность снега, г/см ³	Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм
	Наибольшая высота, см	Дата					
Лог Усадьевский водосбор (1938-41, 1946, 1948-94, 1999-2013 гг.)							
Среднее	54	0,25	138		62	0,22	144
Наименьшее	$\frac{28}{23.03.1961}$	$\frac{0,19}{28.02.1979}$	$\frac{58}{3.03.1954}$		28.01.1982		136
Наибольшее	$\frac{98}{12.04.1955}$	$\frac{0,34}{30.01.1989, 4.03.2000}$	$\frac{259}{12.04.1955}$		12.04.1955	0,26	$\frac{61}{20.03.1939}$
Лог Усадьевский лес (1958-91 гг.)							
Среднее	57	0,26	146				146
Наименьшее	$\frac{36}{01.03.1972}$	$\frac{0,18}{16.03.1963}$	$\frac{79}{01.03.1972}$		Ранняя 30.01.1989, 30.01.1990	0,34 0,27	184 151
Наибольшее	$\frac{89}{31.03.1958}$	$\frac{0,34}{26.03.1966}$	$\frac{223}{31.03.1958}$		Поздняя 02.04.1970	0,28	$\frac{79}{01.03.1972}$
							$\frac{223}{31.03.1958}$

Продолжение приложения Б.3

Характеристика снежного покрова на дату измерения наибольшей высоты снежного покрова										Предвесенние запасы воды в снеге		
Многолетние характеристики					Характеристики на ранние и поздние даты					Запас воды в снеге, мм	Характеристика значения	Запасы воды в снеге, мм
Характеристика значения	Высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм	Дата		Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм				
				характеристикадаты	Дата							
Лог Усадьевский луг (1954-91 гг.)												
Среднее	54	0,27	144	Ранняя		30.01.1989, 30.01.1990	50 55	0,35 0,25	175 138	Среднее	144	
Наименьшее	<u>26</u> 28.02.1961	<u>0,19</u> 28.02.1979	<u>60</u> 3.03.1954							Наименьшее	<u>67</u> 23.03.1954	
Наибольшее	<u>80</u> 26.03.1976	<u>0,35</u> 26.03.1966	<u>241</u> 08.04.1956	Поздняя		08.04.1956	28	0,24	67	Наибольшее	<u>241</u> 08.04.1956	

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Испарение на воднобалансовых станциях

Приложение В.1 – Испарение с суши, мм

Месяцы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Нижедевицкая ВБС <i>залежь (1960-90,1995-2019 гг.)</i>						
Среднее	105	88	83	60	35	20
Наиб.	178	137	141	115	60	44
ВБС Каменная степь <i>залежь(1957-91, 1994-2019 гг.)</i>						
Среднее	87	74	68	51	32	19
Наиб.	138	139	160	99	57	39
<i>пар (1996-2014 гг.)</i>						
Среднее	43	58	50	37	28	21
Наиб.	77	131	90	57	55	33
Подмосковная ВБС <i>многолетние травы (1956-2006 гг.)</i>						
Среднее	74	78	79	63	38	22
Наим.	43	38	29	25	13	4
Наиб.	111	153	144	100	72	40
Валдайская ВБС <i>Болото на логе Сосновом (притоке лога Таежного)</i> <i>мох сфагнум (1959-77,1982-2002,2004-11,2013-15 гг.)</i>						
Среднее		27	30	23		
Наиб.		52	48	48		
<i>Центральная усадьба, почвенноиспарительная площадка</i> <i>луг (1949-86 гг.)</i>						
Среднее	82	93	82	66	37	
Наиб.	108	129	126	93	68	
<i>Лог Усадьевский</i> <i>луг суходольный (1952-56,1963-86,1988-89 гг.)</i>						
Среднее		86	77	59	35	
Наиб.		133	119	92	52	

Приложение В.2 – Испарение с воды (мм)

Месяцы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Нижедевицкая ВБС <i>бассейн $F=20 \text{ м}^2$ (1951-52, 1956-90, 1993-95-2012 гг.)</i>						
Среднее	93	113	121	108	73	37
Наиб.	138	166	162	171	115	67
<i>испаритель ГГИ-3000 $F=0,3 \text{ м}^2$ (1951-86, 1988-90, 1993-95, 1997-2019 гг.)</i>						
Среднее	95	112	116	106	71	36
Наиб.	148	171	172	201	132	57
ВБС Каменная степь <i>испаритель ГГИ-3000 $F=0,3 \text{ м}^2$ (1974-91, 1994-2019 гг.)</i>						
Среднее	118	131	131	129	87	40
Наиб.	203	241	235	249	166	79
Подмосковная ВБС <i>испаритель ГГИ-3000 $F=0,3 \text{ м}^2$ (1956-2019 гг.)</i>						
Среднее	61	79	84	77	47	24
Наиб.	102	125	144	136	72	43
Валдайская ВБС <i>бассейн $F=100 \text{ м}^2$ (1949-68, 1975-86 гг.)</i>						
Среднее	70	89	89	75	42	
Наиб.	91	123	114	107	66	
<i>бассейн $F=20 \text{ м}^2$ (1948-89 гг.)</i>						
Среднее	70	87	89	72	40	
Наиб.	90	121	128	109	66	
<i>испаритель ГГИ-3000 $F=0,3 \text{ м}^2$ (1948-59, 1964-91 гг.)</i>						
Среднее	72	86	88	78	46	26
Наиб.	99	114	121	161	93	71

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Почвогрунты на воднобалансовых станциях

Приложение Г.1 – Запас влаги (мм) в почвогрунтах на водосборах в слое 0-100 см

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Нижедевицкая ВБС <i>лог Долгий (1953-90, 1994-2018 гг.)</i>												
Средн.	340	344	355	345	320	288	267	261	277	296	317	329
Наим.	251	245	249	269	240	219	181	178	178	190	217	206
Наиб.	442	402	486	416	473	371	360	341	471	382	390	400
ВБС Каменная степь <i>балка Степная (1970-91, 1994-2019 гг.)</i>												
Средн.	336	349	356	342	306	270	249	246	260	279	312	327
Наим.	266	274	259	292	228	198	202	184	185	215	225	230
Наиб.	409	408	436	413	383	348	330	319	337	353	388	389
<i>Балка Солонцы, полясевооборота(1970-91, 1994-2019 гг.)</i>												
Средн.	317	325	334	315	291	257	240	239	251	270	297	310
Наим.	256	260	254	279	228	180	183	169	183	207	238	243
Наиб.	371	400	420	367	352	311	308	291	335	316	358	364
Подмосковная ВБС <i>руч.Прогоны (1950-2020 гг.)</i>												
Средн.	377	377	381	373	339	308	297	298	316	345	364	368
Наим.	293	323	311	310	226	213	197	187	217	214	250	240
Наиб.	451	458	489	425	403	402	426	386	421	430	423	431
Валдайская ВБС <i>лог Усадьевский (1955-91, 1999-2000 гг.)</i>												
Средн.	289	288	297	279	256	229	216	226	240	268	277	282
Наим.	249	247	251	242	209	180	137	148	159	212	224	176
Наиб.	338	378	406	320	334	283	271	300	310	313	316	315
<i>лог Таежный(1955-92 гг.)</i>												
Средн.	290	284	297	305	266	249	233	220	229	259	279	276
Наим.	237	232	228	250	198	182	153	139	145	191	191	182
Наиб.	359	359	360	396	321	376	309	312	350	306	363	313
<i>лог Синяя Гнилка (1957-87 гг.)</i>												
Средн.	273	269	294	303	272	225	199	191	208	235	265	275
Наим.	219	225	218	277	209	173	144	124	112	159	186	145
Наиб.	326	352	403	357	330	312	292	269	266	286	330	336
<i>лог Приусадебный (1955-88 гг.)</i>												
Средн.	187	175	200	198	172	149	143	126	150	172	186	189
Наим.	155	122	114	156	113	72	68	71	55	107	145	144
Наиб.	227	207	270	252	232	233	218	212	214	244	236	227

Приложение Г.2 – Максимальное промерзание почвы

Нижедевицкая ВБС

Характеристика пунктов наблюдений за промерзанием почвогрунтов

№ пункта	Местоположение	Часть склона	Экспозиция склона	Угодье
<i>Метеоплощадка</i>				
1	Приводораздельное пространство водосборов руч.Ясенок и р.Девица	Верхняя	Южная	Целина
Водосбор лога Малютка				
1	Средняя часть водосбора, приводораздельное пространство. Плотностная точка 6 на снегомерном маршруте № 2	Верхняя	Южная	Пашня
2	Средняя часть водосбора Плотностная точка 4 на снегомерном маршруте № 2	Нижняя	Восточная	Пашня
3	Средняя часть водосбора. Плотностная точка 1 на снегомерном маршруте № 2	Верхняя	Западная	Пашня
Водосбор лога Долгий				
1	Нижняя часть водосбора, пологий склон.Плотностная точка 8 на снегомерном маршруте № 1	Верхняя	Южная	Пашня
2	Нижняя часть водосбора, пологий склон. Плотностная точка 3 на снегомерном маршруте № 1	Средняя	Северная	Целина
3	Средняя часть водосбора, крутой склон. Плотностная точка 7 на снегомерном маршруте № 2	Средняя	Южная	Лес
4	Средняя часть водосбора, крутой склон. Плотностная точка 7 на снегомерном маршруте № 3	Нижняя	Северная	Лес

Почвы – чернозем до глубины 30-70 см, ниже суглинок и глина

Водосбор	метеоплощадка		лог Малютка			лог Долгий			
	2а	2б	1	2	3	1	2	3	4
№ мерзлотомера									
Период наблюдений	1995-2019		1963-90, 1993-2019	1966-90, 1993-2019	1977-90, 1993-2019	1975-90, 1993-2019			
Глубина нижней границы промерзания (см):									
средняя	53	51	91	66	66	46	38	29	24
максимальная	<u>109</u> 20.02.2010	<u>115</u> 25.03.1996	<u>153</u> 14.04.1965	<u>150</u> 14.03.1972, 20.03.1972	<u>128</u> 8.03.1984	<u>94</u> 8.03.1984	<u>104</u> 26.03.1986, 30.03.1986	<u>69</u> 28.02.2012	<u>51</u> 28.01.1977

ВБСКаменная степь

Характеристика пунктов наблюдений за промерзанием почвы

№ пункта наблюдений	Местоположение	Часть склона	Экспозиция склона	Угодье	Почвогрунты
<i>Водосбор балки Степная</i>					
1	Приводораздельная часть	Верхняя	Западная	Зябрь	Чернозем обыкновенный
3	Верхняя часть водосбора	Верхняя	Западная	Зябрь	-«-
12	Лесополоса № 109	Верхняя	Южная	Древесные насаждения	-«-
26	Нижняя часть водосбора	Водораздел	Южная	Зябрь	-«-
<i>Водосбор балки Солонцы</i>					
8	Средняя часть водосбора	Нижняя	Северо-западная	Зябрь	-«-
14	Средняя часть водосбора	Средняя	Западная	Озимая пшеница	-«-
17	Верхняя часть водосбора	Средняя	Западная	Озимая пшеница	-«-
22	Лесополоса № 34	Верхняя	Южная	Древесные насаждения	-«-

Водосбор	балка Степная				балка Солонцы			
№ мерзлотомера	1	3	12	26	8	14	17	22
Период наблюдений	1994-2019	1975-91, 1994-2019	1971, 1978-1991, 1994-2012, 2016-2019	1969-91, 1994-2012, 2016-2019	1969-73, 1981-90, 1994-2012, 2016-2019	1969-71, 1981-1990, 1994-2019	1981-1990, 1994-2019	1969-71, 1975,1978, 1991, 1994-2012, 2016-2019
Глубина нижней границы промерзания(см):								
средняя	33	42	28	45	36	37	33	23
максимальная	<u>100</u> 20.02.2010, 28.02.2010	<u>119</u> 31.03.1980	<u>87</u> 20.03.1971	<u>111</u> 17.03.1972	102 28.02.2010	<u>100</u> 20.02.2010	<u>102</u> 20.02.2010	<u>65</u> 20.02.2010

Подмосковная ВБС*Характеристика пунктов наблюдений за промерзанием почвы*

№ пункта наблюдений	Местоположение	Экспозиция склона	Угодье	Почвогрунты
<i>Водосбор р.Закзы</i>				
1	водораздел	северная	поле	суглинок

Период наблюдений: 1949-2020 гг.

Глубина нижней границы промерзания (см): средняя - 35 см;

максимальная - 99 см (28.02.1949 г.)

Валдайская ВБС*Характеристика пунктов наблюдений за промерзанием почвы*

№ пункта наблюдений	Местоположение	Часть склона	Экспозиция склона	Угодье	Почвогрунты
<i>Водосбор лога Таежного</i>					
1	Воднобалансовая площадка №3, склон	нижняя	южная	еловый древостой	супесь, суглинок
2	Воднобалансовая площадка №3, склон	верхняя	юго-восточная	еловый древостой	супесь, суглинок
3	Воднобалансовая площадка №3, склон	нижняя	южная	еловый древостой	супесь, суглинок
4	Воднобалансовая площадка №3, склон	средняя	юго-западная	еловый древостой	супесь, суглинок
5	Нижняя часть водосбора, склон	верхняя	северо-восточная	поляна	суглинок
6	Верхняя часть водосбора, склон	средняя	северо-восточная	еловый древостой	супесь
7	Верхняя часть водосбора, склон	верхняя	северо-западная	луг суходольный	супесь
8	Верхняя часть водосбора, склон	верхняя	северо-западная	еловый древостой на болоте	торф
9	Средняя часть водосбора, пойма лога	верхняя	северо-западная	еловый древостой на болоте	торф
10	Водосбор лога Елового, склон	средняя	западная	еловый древостой	суглинок
11	Водосбор лога Елового, склон	нижняя	западная	еловый древостой	супесь
12	Водосбор лога Елового, склон	верхняя	западная	еловый древостой	супесь
13	Водосбор лога Елового, склон	верхняя	западная	еловый древостой	супесь

Продолжение приложения Г.2

Водосбор	лог Таежный					
№ мерзлотомера	1	2	3	4	5	6
Период наблюдений	1952-91				1952-2016	1952-2006
Глубина нижней границы промерзания (см):						
средняя	22	33	31	30	19	31
максимальная	<u>69</u> (24.03.1972)	<u>93</u> (24.03.1972)	<u>91</u> (28.03.1972)	<u>83</u> (28.03.1972)	<u>57</u> (6.12.1993, 16.12.1993)	<u>98</u> (24.03.1972)

Водосбор	лог Таежный						
№ мерзлотомера	7	8	9	10	11	12	13
Период наблюдений	1953-2006	1952-1988	1953-2016		1956-2017		
Глубина нижней границы промерзания (см):							
средняя	19	12	8	23	17	16	20
максимальная	<u>58</u> 08.02.1973	<u>31</u> 06.03.1954	<u>26</u> 06.03.1954	<u>83</u> 28.03.1972	<u>65</u> 24.03.1972	<u>45</u> 24.03.1972	<u>92</u> 18.03.1972

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Уровни подземных вод

Приложение Д.1 – Нижнедевицкая ВБС

Характеристика скважин

№ п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м БС	Пределы колебания уровня подземных вод от поверхности земли, (м) -месяц, год	Глубина слоя от поверхности земли, м	Характеристика грунта
14	Нижняя часть водосбора лога Долгий на бровке левобережного склона в лесу	30,0	186,93	27,14 - 01.1956 24,55 - 11.2006	0-0,5	Почвенный слой - чернозем
					0,5-27	Суглинок с гумусными прослойками средней плотности, сухой
					2,7-16,5	Мел белый, участками ожелезнен, пищущий, слабо-плотный, на глубине 6,0 м и с прослойкой бурого суглинка
					16,5-30,0	Песок мелкозернистый, ожелезнен, с включением песчаника, кварцевый, плотный с глубиной 27,0 м- водоносный
18	Средняя часть водосбора лога Долгий, в лесу	26,9	185,66	23,11-03.1956 20,27-06.2007, 10.2007, 03.2008	0,0-0,6	Почвенный слой - чернозем
					0,6-2,4	Суглинок тонкослоистый, с кусочками мела и мергеля, плотный
					2,4-17,5	Мел белый, пищущий, трещиноватый, с прослойками мергеля, плотный, с глубины 17,0 м, ожелезненный
					17,5-27,5	Песок мелкозернистый, кварцевый, в кровле с прослоем мощностью 0,3 м фосфоритовой гальки, с глубины 23,0 м водоносный

№ скважины	14	18
Период наблюдений	1956-57, 1959-90, 1996-2019	1956-90, 1996-2019
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):		
средний	2578	2157
низший (дата)	2714 (28.01.1956)	2311 (28.03.1956)
высший (дата)	2455 (8.11.2006)	2027 (28.06.2007) (8.10.2007) (8.03.2008)

Приложение Д.2 – ВБС Каменная степь

Характеристика скважин

№ п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Пределы колебаний уровня подземных вод от поверхности земли, месяц, год	Характеристика грунта
1	Лесная полоса	7,50	192,10	0,07-04.2005 5,53-04.1956	Плотные, местами трещиноватые суглинки
706	Культурное поле	5,62	187,69	0,06-04.2006 4,54-10.2010	
710	-«-	4,61	189,49	+0,05-03.1977 3,86-09.2010	
1001	-«-	6,70	182,46	+0,15-04.2005 2,40-08.1956	
59	Лесная полоса	7,35	194,31	0,22-04.1981 7,77-09.2015	Плотные, местами трещиноватые суглинки
60	-«-	14,94	194,04	1,11-04.2007 9,45-11.1957	
61	-«-	7,10	194,01	1,28-03.2007 8,37-01.1955	
62	-«-	7,32	188,64	0,02-05.1994 5,64-09.2010	
400	Культурное поле	5,20	191,40	0,20-04.2006 6,12-03.1957	
713	-«-	9,03	189,73	+0,11-04.2005 5,70-03.1956	
716	-«-	7,27	193,44	0,38-04.1979 7,16-02.1957	
876	Лесной массив, опушка	5,65	183,94	+0,40-05.1994 3,76-10.2010	

балка Степная

№ скважины	1	706	710	1001
Период наблюдений	1994-2015			
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):				
средний	234	162	133	58
низший (дата)	518 (29.12.2010)	454 (29.10.2010)	386 (29.09.2010)	223 (29.09.2010)
высший (дата)	7 (23.04.2005)	6 (05.04.2006)	5 (18,22.04.1994)	-31 (29.03.2004)

Продолжение приложения Д.2

балка Солонцы

№ скважины	59	61	62	400	564	565	713	716	876	
Период наблюдений	1994-95, 1997-2015									
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):										
средний	420	425	205	271	88	128	202	339	78	
низший (дата)	777 30.09.2015	прех(глубина скважины 7,1 м) (29.06.2010-30.04.2011; 26.12.2011-30.03.2012; 28.02.2013;30.03.2013; 30.07.2013-3.09.2013; 30.11.2013;29.12.2013; 29.09.2014-30.03.2015; 30.09.2015-20.12.2015)	564 29.09.2010	516 27.02.2011	295 31.10.1994	313 29.09.2002	514 30.01.2011	621 30.01.2011	376 29.10.2010	
высший (дата)	85 29.04.1994	128 29.03.2007	31 06.04.1995	20 05.06.2006	-36 (9,11.04.1995)	-8 20,23.03.2001	-11 30.04.2005	2 27,29.04.1994; 19.05.1994	-34 29.03.2001; 02.04.2001 29.03.2004	

Характеристика скважин

п/п	Местоположение и уголье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
<i>Лог Усадьевский</i>					
1	Верхняя часть водосбора на водоразделе, пашня	3,29	218,70	0-0,18 0,18-0,25 0,26-3,29	Супесь гумусированная пылеватая Супесь тяжелая пылеватая Суглинок с гравием, гальков, валунами и гнездами песка
2	Верхняя часть водосбора, средняя часть склона, пашня	2,40	212,34	0-0,30 0,30-0,60 0,60-1,00 1,00-1,10 1,1-2,00	Супесь гумусированная Супесь гравелистая Суглинок тяжелый Песок среднезернистый Суглинок с включениями гальки и прослойками песка
8а	Верхняя часть водосбора, пойма лога, заболо-ченный луг	2,27	205,66	0-0,20 0,20-0,50 0,50-2,20 2,20-3,00	Почвенно-растительный слой Супесь легкая с гравием и галькой Супесь тяжелая с гравием, галькой и отд,валунами Суглинок средний и с прослоями разнозернис-того песка с включениями гравия, гальки и валунов
9а	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	3,90	208,59	0-0,15 0,15-4,0	Почвенно-растительный слой Суглинок тяжелый плотный с прослоями песка, с включениями гравия, гальки и валунов
10а	Нижняя часть водосбора, нижняя часть склона, в 5 м от русла лога, луг	2,85	201,10	0-0,15 0,15-1,00 1,00-1,30 1,30-1,55 1,55-1,70 1,70-2,10 2,10-2,90	Почвенно-растительный слой Супесь легкая гумусированная с отдельными валунами Илистые отложения Суглинок легкий с прослойками ила и отдельными валунами Песок с отдельными валунами Суглинок легкий с прослойками песка Суглинок средний с включениями гравия и гальки
11	Нижняя часть водосбора, середина склона, пашня	3,01	208,82	0-0,15 0,15-0,45 0,45-0,65 0,65-1,30 1,30-2,80 2,80-3,04	Супесь гумусированная Суглинок Супесь гравелистая с галькой и валунами Суглинок с галькой и валунами Суглинок тяжелый гравелистый с галькой, валунами и прослойками голубой глины Глина бурая

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
12	Средняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	2,73	214,90	0-0,20 0,20-0,30 0,30-0,60 0,60-2,20 2,20-2,73	Супесь гумусированная Супесь гравелистая Суглинок гравелистый Суглинок тяжелый Суглинок тяжелый с включениями гравия, гальки и прослойками песка
18б	Нижняя часть водосбора, нижняя часть склона, луг	2,87	199,14	0-0,10 0,10-1,20	Почвенно-растительный слой Суглинок легкий с прослойками мелкозернистого песка и отдельными валунами
20а	Нижняя часть водосбора, в 10 м от заболоченного участка, луг	2,77	209,50	0-0,10 0,10-0,25 0,25-2,00	Почвенно-растительный слой Суглинок тяжелый с гравием Песок с мелкой галькой и гравием
22а	Верхняя часть водосбора, окраина заболоченного участка	2,43	216,23	0-0,15 0,15-0,70 0,70-1,90 1,90-2,30 2,30-3,00	Очес моховой Торф плохо разложившийся Торф хорошо разложившийся Переслаивание водонасыщенной супеси и глины Глина коричневая тяжелая вязкая
23а	Верхняя часть водосбора, окраина заболоченного участка	2,40	216,40	0-0,10 0,10-0,50 0,50-2,10 2,10-3,00	Очес моховой Торф плохо разложившийся заиленный Глей Глина коричневая тяжелая вязкая
25а	Нижняя часть водосбора, заболоченный участок	2,66	208,42	0-0,50 0,5-1,10 1,10-2,70 2,70-3,0	Почвенно-растительный слой Песок разнородный с гравием и галькой Песок крупнозернистый с гравием и галькой Глина тяжелая голубоватая
26н	Верхняя часть водосбора, в 10 м от водораздела	4,75	218,07	0-0,05 0,05-1,05 1,05-1,30 1,30-2,75 2,75-3,20 3,20-3,40 3,40-4,75	Почвенно-растительный слой Песок разнородный с гравием и галькой Песок среднезернистый Песок мелкозернистый Песок среднезернистый гравелистый Песок мелкозернистый Суглинок средний с гравием, галькой и валунами
27н	Средняя часть водосбора, гальвег лога Центрального, луг	5,19	212,89	0-0,10 0,10-0,50 0,50-2,80 2,80-4,00 4,00-5,19	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая гумусированная Суглинок с прослойками песка, гравия, гальки и валунами Суглинок гравелистый Суглинок плотный с песком, гравием и галькой

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
29	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	3,50	216,90	0-0,25 0,25-0,35 0,35-3,50	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая с гравием Суглинок с гравием и галькой
30	Верхняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	3,52	216,76	0-0,20 0,20-0,30 0,30-3,50	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая с гравием Суглинок средний с гравием и галькой
32	Нижняя часть склона вблизи водораздела, пашня	3,13	207,62	0-0,30 0,30-3,08	Почвенно-растительный слой Песок с гравием и галькой
32н	Нижняя часть водосбора, луг	3,65	197,82	0-1,00 1,00-1,40 1,40-1,70 1,70-2,20 2,20-3,00 3,00-3,85	Супесь тяжелая с гравием Песок с гравием и галькой Глина плотная вязкая Песок гравелистый с галькой Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Суглинок средний с гравием и галькой
33	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	3,00	207,94	0-0,20 0,20-1,80 1,80-2,65 2,65-3,10	Почвенно-растительный слой Суглинок от среднего до тяжелого с гравием, галькой и валунами Песок с гравием Суглинок тяжелый с гравием, галькой и валунами
33а	То же	1,35	207,90	0-0,20 0,20-1,40	Почвенно-растительный слой Суглинок средний с гравием, галькой и валунами
33н	Верхняя часть водосбора, заболоченный тальвег	4,64	215,55	0-0,15 0,15-0,90 0,90-2,45 2,45-4,15 4,15-4,64	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая с примазками песка, гравия и гальки Суглинок легкий с гравием, галькой, с глубины 1,45 м – прослоями песка Суглинок средний с гравием и галькой Суглинок тяжелый с гравием и галькой
34	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	3,80	207,77	0-0,25 0,25-0,35 0,35-1,85 1,85-1,95 1,95-3,90	Почвенно-растительный слой Супесь легкая Суглинок плотный с прослоями песка Песок крупнозернистый Суглинок плотный с включениями гальки
34а	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	1,27	207,70	0-0,25 0,25-0,35 0,35-1,35	Почвенно-растительный слой Супесь легкая Суглинок с прослоями песка

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
35а	Верхняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	2,60	210,44	0-0,15 0,15-0,60 0,60-1,20 1,20-2,70 2,70-3,00	Почвенно-растительный слой Супесь средняя с гравием, и галькой Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Супесь тяжелая с включениями гравия и гальки Глина коричневая
37	Верхняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	2,47	213,57	0-0,30 0,30-0,55 0,55-1,10 1,10-2,70 2,70-3,00	Почвенно-растительный слой Песок с гравием, галькой и валунами Суглинок легкий с валунами Супесь тяжелая Суглинок средний с валунами
38	Средняя часть водосбора, приводораздельный участок	4,50	216,21	0-0,10 0,-10-1,30 1,30-4,10 4,10-7,50	Почвенно-растительный слой Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Супесь тяжелая с гравием, галькой и валунами Суглинок средний валунный с прослоями легного суглинка
40	За пределами водосбора, верхняя часть склона, луг	1,79	204,15	0-0,18 0,18-1,80 1,80-2,30 2,30-3,00	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая гравелистая Песок гравелистый Суглинок средний плотный
53н	Нижняя часть водосбора, нижняя часть склона, пашня	4,40	203,22	0-0,30 0,30-1,1 1,10-1,85 1,85-2,45 2,45-2,90 2,90-4,40	Почвенно-растительный слой Песок мелкозернистый Глина пластичная с прослоями песка Песок мелкозернистый Песок с гравием Суглинок легкий с гравием, песком и галькой; с глубина 3,1м - суглинок очень плотный
12	Средняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	2,73	214,90	0-0,20 0,20-0,30 0,30-0,60 0,60-2,20 2,20-2,73	Супесь гумусированная Супесь гравелистая Суглинок гравелистый Суглинок тяжелый Суглинок тяжелый с включениями гравия, гальки и прослойками песка
186	Нижняя часть водосбора, нижняя часть склона, луг	2,87	199,14	0-0,10 0,10-1,20	Почвенно-растительный слой Суглинок легкий с прослойками мелкозернистого песка и отдельными валунами
20а	Нижняя часть водосбора, в 10 м от заболоченного участка, луг	2,77	209,50	0-0,10 0,10-0,25 0,25-2,00	Почвенно-растительный слой Суглинок тяжелый с гравием Песок с мелкой галькой и гравием

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
22а	Верхняя часть водосбора, окраина заболоченного участка	2,43	216,23	0-0,15 0,15-0,70 0,70-1,90 1,90-2,30 2,30-3,00	Очес моховой Торф плохо разложившийся Торф хорошо разложившийся Переслаивание водонасыщенной супеси и глины Глина коричневая тяжелая вязкая
23а	Верхняя часть водосбора, окраина заболоченного участка	2,40	216,40	0-0,10 0,10-0,50 0,50-2,10 2,10-3,00	Очес моховой Торф плохо разложившийся заиленный Глей Глина коричневая тяжелая вязкая
25а	Нижняя часть водосбора, заболоченный участок	2,66	208,42	0-0,50 0,5-1,10 1,10-2,70 2,70-3,0	Почвенно-растительный слой Песок разнозернистый с гравием и галькой Песок крупнозернистый с гравием и галькой Глина тяжелая голубоватая
26н	Верхняя часть водосбора, в 10 м от водораздела	4,75	218,07	0-0,05 0,05-1,05 1,05-1,30 1,30-2,75 2,75-3,20 3,20-3,40 3,40-4,75	Почвенно-растительный слой Песок разнозернистый с гравием и галькой Песок среднезернистый Песок мелкозернистый Песок среднезернистый гравелистый Песок мелкозернистый Суглинок средний с гравием, галькой и валунами
27н	Средняя часть водосбора, гальвег лога Центрального, луг	5,19	212,89	0-0,10 0,10-0,50 0,50-2,80 2,80-4,00 4,00-5,19	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая гумусированная Суглинок с прослоями песка, гравия, гальки и валунами Суглинок гравелистый Суглинок плотный с песком, гравием и галькой
29	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	3,50	216,90	0-0,25 0,25-0,35 0,35-3,50	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая с гравием Суглинок с гравием и галькой
30	Верхняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	3,52	216,76	0-0,20 0,20-0,30 0,30-3,50	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая с гравием Суглинок средний с гравием и галькой
32	Нижняя часть склона вблизи водораздела, пашня	3,13	207,62	0-0,30 0,30-3,08	Почвенно-растительный слой Песок с гравием и галькой

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
32н	Нижняя часть водосбора, луг	3,65	197,82	0-1,00 1,00-1,40 1,40-1,70 1,70-2,20 2,20-3,00 3,00-3,85	Супесь тяжелая с гравием Песок с гравием и галькой Глина плотная вязкая Песок гравелистый с галькой Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Суглинок средний с гравием и галькой
33	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	3,00	207,94	0-0,20 0,20-1,80 1,80-2,65 2,65-3,10	Почвенно-растительный слой Суглинок от среднего до тяжелого с гравием, галькой и валунами Песок с гравием Суглинок тяжелый с гравием, галькой и валунами
33а	То же	1,35	207,90	0-0,20 0,20-1,40	Почвенно-растительный слой Суглинок средний с гравием, галькой и валунами
33н	Верхняя часть водосбора, заболоченный тальвег	4,64	215,55	0-0,15 0,15-0,90 0,90-2,45 2,45-4,15 4,15-4,64	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая с примазками песка, гравия и гальки Суглинок легкий с гравием, галькой, с глубины 1,45 м – прослоями песка Суглинок средний с гравием и галькой Суглинок тяжелый с гравием и галькой
34	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	3,80	207,77	0-0,25 0,25-0,35 0,35-1,85 1,85-1,95 1,95-3,90	Почвенно-растительный слой Супесь легкая Суглинок плотный с прослоями песка Песок крупнозернистый Суглинок плотный с включениями гальки
34а	Нижняя часть водосбора, верхняя часть склона, пашня	1,27	207,70	0-0,25 0,25-0,35 0,35-1,35	Почвенно-растительный слой Супесь легкая Суглинок с прослоями песка
35а	Верхняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	2,60	210,44	0-0,15 0,15-0,60 0,60-1,20 1,20-2,70 2,70-3,00	Почвенно-растительный слой Супесь средняя с гравием, и галькой Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Супесь тяжелая с включениями гравия и гальки Глина коричневая
37	Верхняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	2,47	213,57	0-0,30 0,30-0,55 0,55-1,10 1,10-2,70 2,70-3,00	Почвенно-растительный слой Песок с гравием, галькой и валунами Суглинок легкий с валунами Супесь тяжелая Суглинок средний с валунами

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
38	Средняя часть водосбора, приводораздельный участок	4,50	216,21	0-0,10 0,-10-1,30 1,30-4,10 4,10-7,50	Почвенно-растительный слой Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Супесь тяжелая с гравием, галькой и валунами Суглинок средний валунный с прослоями легкого суглинка
40	За пределами водосбора, верхняя часть склона, луг	1,79	204,15	0-0,18 0,18-1,80 1,80-2,30 2,30-3,00	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая гравелистая Песок гравелистый Суглинок средний плотный
53н	Нижняя часть водосбора, нижняя часть склона, пашня	4,40	203,22	0-0,30 0,30-1,1 1,10-1,85 1,85-2,45 2,45-2,90 2,90-4,40	Почвенно-растительный слой Песок мелкозернистый Глина пластичная с прослоями песка Песок мелкозернистый Песок с гравием Суглинок легкий с гравием, песком и галькой; с глубина 3,1м - суглинок очень плотный
<i>Лог Таежный</i>					
5	Средняя часть водосбора, заболоченный участок	1,23	200,74	0-0,20 0,20-0,70 0,70-1,30	Моховой очес Торф слаборазложившийся Торф хорошо разложившийся
10	Средняя часть водосбора, водораздел, лес	2,43	206,28	0-0,35 0,35-1,10 1,10-1,35 1,35-2,25 2,25-2,60	Супесь средняя гумусированная Песок крупнозернистый Супесь Глина серая Супесь тяжелая
12	Средняя часть водосбора, середина склона, лес	3,06	206,74	0-0,052 0,05-0,20 0,20-0,85 0,85-1,05 1,05-3,50	Лесная подстилка Супесь легкая с включениями гравия и гальки, пронизана корнями растений Суглинок легкий с включениями гравия, гальки и валунов Суглинок средний с включениями гравия, гальки и валунов Суглинок тяжелый плотный с включениями гравия, гальки и валунов

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
12н	Нижняя часть водосбора, подошва холма в 3 м от русла лога	5,40	200,07	0-0,55 0,55-0,70 0,70-2,60 2,60-4,50 4,50-4,70 4,70-6,00	Почвенно-растительный слой Супесь легкая с валунами и гальки Суглинок тяжелый гравелистый с галькой, валунами и линзами песка Суглинок средний гравелистый с галькой Песок с галькой Суглинок средний с гравием, галькой и прослоями песка
13	Средняя часть водосбора, в 6 м от заболоченного участка, лес	2,98	207,51	0-0,30 0,30-0,65 0,65-1,80 1,80-2,15 2,15-2,65 2,65-3,00	Супесь легкая гумусированная Супесь тяжелая Суглинок Супесь тяжелая Суглинок с гравием и галькой Супесь средняя с гравием и галькой
14н	Нижняя часть водосбора, в 10 м от русла лога, лес	7,10	201,05	0-0,65 0,65-3,30 3,30-7,20	Супесь легкая с гравием Суглинок легкий с гнездами песка, гравием и галькой Суглинок средний с гравием, галькой и прослоями песка
15	Средняя часть водосбора, заболоченный участок, лес	1,30	204,76	0-0,25 0,25-0,80	Очес Торф слаборазложившийся Торф хорошо разложившийся
15н	Нижняя часть водосбора, средняя часть склона, лес	5,30	202,54	0-0,40 0,40-1,80 1,80-2,50 2,50-6,00	Супесь легкая гумусированная Песок с галькой Глина с гнездами песка и тяжелой супеси Суглинок от легкого до среднего с гравием, галькой и песком
16	Средняя часть водосбора, окраина заболоченного участка	1,30	205,47	0-0,25 0,25-0,80 0,80-1,40	Почвенно-растительный слой – разложившийся торф Супесь тяжелая с песком Суглинок тяжелый с прослоями песка
16н	Нижняя часть водосбора, подошва холма, лес	5,74	199,24	0-0,10 0,10-0,45 0,45-1,00 1,00-7,00	Почвенно-растительный слой Супесь легкая с галькой Суглинок легкий с гравием и гнездами песка Суглинок средний, с глубины 2,8 м с гравием, галькой, валунами и линзами песка
17	Верхняя часть водосбора, заболоченный участок, лес	1,20	217,62	0-0,10 0,10-0,35 0,35-1,20	Моховой очес Торф слабо разложившийся Торф хорошо разложившийся

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
17н	Верхняя часть водосбора, седловина на восточном водоразделе, лес	6,12	214,50	0-0,10 0,10-1,95 1,95-2,15 2,15-3,45 3,45-4,05 4,05-4,25 4,25-6,30	Моховой очес Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Песок Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами и песком Песок Глина голубая плотная Суглинок тяжелый с гравием, галькой и валунами
18н	Средняя часть водосбора, средняя часть склона, лес	5,03	211,30	0-0,10 0,10-0,80 0,80-3,40 3,40-3,70 3,70-5,10	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая с гравием, галькой и валунами Суглинок легкий с гравием, галькой и валунами Гравий, песок Суглинок с галькой, гравием, галькой и валунами
19	Средняя часть водосбора, заболоченный участок, лес	1,20	205,80	0-0,30 0,30-1,30	Моховой очес Торф слабо разложившийся Торф хорошо разложившийся
20н	Средняя часть водосбора, средняя часть склона, лес	6,15	208,53	0-0,15 0,15-0,75 0,75-3,70 3,70-5,75 5,75-6,15	Почвенно-растительный слой Супесь тяжелая Суглинок легкий с гравием, галькой; на 0,75-1,45 м с линзами песка Песок с гравием и галькой Суглинок тяжелый
27	Средняя часть водосбора средняя часть склона, лес	1,56	208,50	0-0,10 0,10-0,45 0,45-0,60 0,60-1,65	Лесная подстилка Супесь Суглинок легкий Суглинок тяжелый
<i>Лог Приусадебный</i>					
1а	Нижняя часть водосбора, середина склона, луг	3,56	201,10	0-0,25 0,25-3,10 3,10-4,50	Почвенно-растительный слой Супесь средняя с гравием и галькой; с 1,8 м – супесь тяжелая гравелистая с отдельными валунами Суглинок тяжелый с гравием, галькой и валунами
2	Нижняя часть водосбора, бровка лога, луг	3,08	197,62	0-1,30 1,30-2,30 2,30-2,60	Супесь легкая гумусированная Песок с прослоями торфа
30а	Нижняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	2,90	203,16	0-0,15 0,15-0,35 0,35-1,20 1,20-1,30 1,30-1,75 1,75-2,95	Почвенно-растительный слой Суглинок легкий с галькой и песком Песок Валунно-галечный слой Песок Суглинок тяжелый плотный

Продолжение приложения Д.3

п/п	Местоположение и угодье	Глубина скважины при чистом отстойнике, м	Отметка поверхности земли, м абс,	Литологическое строение	
				Глубина слоя, м (от-до)	Характеристика грунта
32а	Нижняя часть водосбора, луг	4,60	201,10	0-0,65 0,65-1,10	Супесь гумусированная Переслаивание супеси гумусированной с легким суглинком
35	Нижняя часть водосбора, средняя часть склона, луг	3,70	204,30	0-0,25 0,25-3,00 3,00-3,75	Почвенно-растительный слой Песок с гравием и галькой и отдельными валунами Суглинок пластичный с гравием

лог Усадьевский

№ скважины	1	2	8а	9а	10а	11	12	186	20а	22а
Период наблюдений	1958-2007	1956-2006	1970-2007	1970-2007	1965-92, 1996-2011	1956-92, 1996-2011	1950-92, 1996-2007	1970-93, 1996-2011	1964-2001	1970-2007
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):										
средний	143	82	22	156	61	86	99	54	158	3
низший (дата)	312 (05.03.1971; 23.24.07.1971; 10.07.1981; 20.07.1982; 30.06.1983)	266 (20.11.1991)	159 (25.09.1972)	340 (20.12.1975; 15.08.1999)	183 (10.09.1997; 06.11.2002)	178 (01.11.2002; 06.11.2002; 11.11.2002; 16.11.2002)	261 (25.03.1958)	187 (15.09.1972)	229 (30.09.1972)	117 (25.09.1972)
высший (дата)	1 (04.07.1998)	-6 (19.04.1993)	-20 (10.04.1999)	22 (28.05.1994)	-9 (04.04.1966)	-3 (14.04.1978; 09.05.1987; 05.07.1998)	-2 (21.04.1956)	-2 (10.04.1999)	80 (09.04.1982)	-37 (19.04.1976; 15.16.04.1994; 21-23.04.1994)

№ скважины	23а	25а	26н	27н	29	30	32	32н	33	33а
Период наблюдений	1970-2007	1970-2007	1960-2007	1960-92, 1996-2011	1964-2007	1963-2007	1964-2007	1964-2011	1964-2007	1965-2007
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):										
средний	21	64	199	46	181	92	146	43	141	51
низший (дата)	180 25.09.2002	163 05.11.1994	289 (05.02.1976; 25.02.1976)	274 26.10.2002	324 19.10.1967	312 10.10.1964	212 15.12.1975	153 20.08.1972	258 (02.07.1965; 03.07.1965; 01.05.1967)	119 25.03.1974
высший (дата)	-16 (10.11.04.1994)	-22 (14.04.1976)	11 (05.04.1995; 10.04.1995; 15.04.1995)	-6 09.10.1981	5 17.06.1976	-8 18.06.1976	27 25.10.1966	-33 04.04.1985	3 01.04.1986	-5 (01.11.1968; 17.06.1976; 02.04.1999)

Продолжение приложения Д.3

№ скважины	33н	34	34а	35а	37	38	40	53н
Период наблюдений	1960-2007	1964-2007	1964-2007	1970-2007	1970-2007	1975-2007	1970-2007	1960-88, 1990-92, 1996-2007
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):								
средний	40	153	47	93	65	142	18	104
низший (дата)	289 (10.10.1964)	292 (25.09.1983)	119 (25.10.1964)	237 (6.01.2002; 11.01.2002)	206 (09.08.1973; 10.09.1983; 05.10.1983)	342 (25.12.1975)	86 (05.01.1971)	238 (25.08.1997)
высший (дата)	-24 (10.04.1999)	4 (05.11.1981)	1 (15.10.1968)	4 18.04.1976	1 (04.04.1986)	23 (30.09.1990)	-32 (15.07.1998)	4 (24.02.1990)

Продолжение приложения Д.3

лог Таёжный

№ скважины	5	10	12	12н	13	14н	15	15н	16
Период наблюдений	1951-2007	1950-2007	1950-2017	1960-2007	1960-2007	1960-2007	1951-2007	1960-2007	1951-17
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):									
средний	3	106	92	134	94	128	5	149	10
низший (дата)	72 (11.09.2002)	227 (01.04.1956)	243 (14.04.1980; 16,17.04.1980)	252 (30.09.1972)	239 (25.03.1976)	227 (25.09.1972)	95 (15.09.1972; 20.09.1972)	250 25.09.1972	128 (26.03.2003; 01.04.2003)
высший (дата)	-20 (24.04.1958; 17.04.1959; 22.04.1986)	3 (09.05.1987)	-11 (08.04.1973)	26 (14.04.1962)	-8 (20.04.1959)	16 (26.04.1966)	-40 (29.04.1956)	31 (10.05.1987)	-23 (28.04.1979)

Продолжение приложения Д.3

№ скважины	16н	17	17н	18н	19	20н	27
Период наблюдений	1960-2007	1951-2007	1960-2007	1960-2017	1955-2007	1960-2007	1955-2007
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):							
средний	72	-4	209	156	9	319	47
низший (дата)	190 (21.09.2002)	75 (21.11.1951)	389 (25.03.1976)	337 (25.03.1976)	91 (20.09.1972)	501 (25.03.1976)	153 (17.04.1956)
высший (дата)	16 (14.15.04.1962; 11.04.1967)	-31 (01.04.1999)	10 (30.04.1965; 21.07.2003)	0 (26.04.2013)	-26 (25.04.1986)	82 (26.07.2007)	-9 (27.28.04.1979)

лог Приусадебный

№ скважины	1а	2	30а	32а	35
Период наблюдений	1970-88,2005-2018	1950-91,2005-2018	1964-88,2005-2018	1964-91,2005-2018	1964-91,2005-2018
Уровни (см) подземных вод (от поверхности земли):					
средний	154	157	115	67	207
низший (дата)	263 15.09.1970 20.09.1970 23.09.1970	213 16.03.1954	190 11.10.1968	253 3.10.1972	319 20.12.1975
высший (дата)	17 18.04.2011	81 19.04.2013	4 26.04.1966	-1 8.04.2015	40 27.02.1990

ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Речной сток на воднобалансовых станциях

Приложение Е.1 – Параметры и расчетные значения годового слоя стока водотоков (мм)

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	Число лет	Характерные значения стока за период наблюдений				Годовой слой стока (мм) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений																																				
				Средний много-летний слой стока, мм	Максимальный слой стока, мм	год	Минимальный слой стока, мм	год	1	5	10	25	50	75	90	95	98																											
Нижедевичья ВБС																																												
лог Малютка	0,06	1955-2019	61	42,3	155	1987	0	1998-2000,2002,2004,2002-2019	184	130	123	75,5	32,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
лог Долгий	2,57	1949-2019	63	13,3	133	1968	0	1998-2002,2004-2019	170	50,6	35,1	16,8	8,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
ВБСКаменная степь																																												
балка Степная	1,92	1950-2019	68	39,1	143	1955	1,70	2009	154	108	86,7	57,4	34,6	12,6	5,37	4,49	1,93																											
балка Солонцы	0,25	1954-2012	55	23,6	171	1955	0	2008,2009	200	95	73,8	31,8	9,20	1,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
Подмосковная ВБС																																												
р.Медвенка-выше устья р.Закры	21,5	1947-2011	64	198	309	1997	107	1965	320	273	268	236	206	160	122	115	108																											

Продолжение приложения Е.1

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	Число лет	Характерные значения стока за период наблюдений				Годовой слой стока (мм) различной вероятности превышения (%) за расчетный период 1947-2017 гг.										
				Средний много-летний слой стока, мм	Максимальный слой стока, мм	Год	Минимальный слой стока, мм	Год	1	5	10	25	50	75	90	95	98	
Валдайская ВБС																		
р.Полометь-д.Дворец	432	1947-2005,2011-2014	63	337	553	1953	159	1963	576	537	462	400	335	274	212	185	159	
р.Полометь-д.Яжелбицы	631	1952-2018	66	355	585	1990	178	1963	598	490	467	404	342	288	246	196	201	
р.Полометь-с.Соменка	776	1952-2005, 2007-2018	66	343	550	1990	178	1963	562	465	445	388	332	282	229	190	178	
р.Полометь-д.Ермошкино	1180	1952-2005, 2007-2018	66	344	562	1990	178	1996	580	494	453	390	342	280	275	183	178	
р.Полометь-пгт.Лычково	2200	1962-1975,1982-2010, 2012-2014, 2017-2018	48	309	487	1962	160	1996	531	470	421	364	307	256	192	179	171	
р.Соsenка-д.Киты	101	1949-2007,2009, 2011	61	430	831	1990	134	1963	770	705	590	496	401	316	233	193	173	
р.Лонница-д.Моссолино	48,3	1935-1936, 1949-2009, 2011	63	307	541	1990	132	1964	559	466	421	355	293	242	178	169	131	

Продолжение приложения Е.1

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	Число лет	Характерные значения стока за период наблюдений					Годовой слой стока (мм) различной вероятности превышения (%) за расчетный период 1947-2017 гг.								
				Средний много-летний слой стока, мм	Максимальный слой стока, мм	год	Минимальный слой стока, мм	год	1	5	10	25	50	75	90	95	98
р.Олешенка-с.Миронети	31,9	1949-2007,2009,2011	61	337	530	1990	166	1964	541	449	435	382	328	281	221	209	166
руч.Архиерейский	2,67	1949-75,1989-91	30	398	833	1990	159	1963	756	614	550	461	380	315	266	241	217
лог Таежный	0,45	1949-76,1979-2017	67	217	397	1990	79	1964	421	352	318	265	212	163	123	102	78,3
лог Усадьевский	0,36	1948,1950-80,1987-91,2000-06	44	392	752	2004	124	1963	764	627	563	467	384	301	235	197	161
лог Синяя Гнилка	0,015	1950-78,1982-85	33	286	547	1953	63	1984	576	487	440	363	283	205	137	99,3	58,7
лог Верховье Усадьевского	0,016	1952-69,1972-85,1987	33	152	335	1953	16	1985	352	282	247	195	146	101	66,5	47,9	27,6

Приложение Е.2 – Внутригодовое распределение стока методом реального года (в слоях и в % от годового)

Водоток	Период Расчетный	Характеристика влажности года	Год	Средний слой (мм) % от годового стока																	
				Месячный сток						Сезонный сток											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	весна(I II-V)	лето (VI- VIII)	осень (IX-XI)	зима (XII-II)		
Нижедевицкая ВБС																					
лог Малютка	1954- 2017	Средний	1973	0/0	0/0	19.8/47	22/53	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	41.8/100	0/0	0/0	0/0	
		Очень маловодный	2010	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
		Очень многоводный	1987	0/0	0/0	0/0	22.7/15	7.1/5	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	148/95	7.1/5	0/0	0/0
лог Долгий	1949- 2017	Средний	1985	0/0	0/0	0/0	17.5/100	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	17.5/100	0/0	0/0	0/0	
		Очень маловодный	2010	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
		Очень многоводный	1968	4.3/3	1.3/1	111/83	7.6/6	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	118/89	0/0	0/0	0/0	14.6/11
ВБС Каменная степь																					
балка Степная	1950- 2017	Средний	2001	2.5/6	0.9/2	17.1/43	15.1/38	1.1/3	2.1/5	0.1/0	0/0	0/0	0.1/0	1.2/3	0/0	33.3/83	2.2/5	1.3/3	3.4/8		
		Очень маловодный	2009	0/0	0/0	1.3/76	0.4/24	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1.7/100	0/0	0/0	0/0	
		Очень многоводный	1955	41.6/29	71.5/50	29.8/21	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	29.8/21	0/0	0/0	11.3/79	

Продолжение приложения Е.2

Водоток	Расчетный период	Характеристика волности года	Год	Средний слой (мм) % от годового стока																																
				Месячный сток						Сезонный сток																										
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	весна (III-V)	лето (VI-VIII)	осень (IX-XI)	зима (XII-II)																	
балка Солонцы	1954-2012	Средний	1965	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{21,5}{99}$	$\frac{0,2}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{21,7}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$														
			2008	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$												
			1955	$\frac{33,8}{20}$	$\frac{88}{52}$	$\frac{48,8}{29}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{48,8}{29}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{121,8}{71}$	$\frac{0}{0}$											
ВБС Подмосковная																																				
р.Медвенка -выше устья р.Закзы	1947-2011	Средний	1995	$\frac{12,7}{6}$	$\frac{11,7}{6}$	$\frac{53}{26}$	$\frac{56,7}{28}$	$\frac{17,2}{9}$	$\frac{7,3}{4}$	$\frac{6,2}{3}$	$\frac{6,7}{3}$	$\frac{6,4}{3}$	$\frac{7,2}{4}$	$\frac{8,6}{4}$	$\frac{6,8}{3}$	$\frac{12,7}{63}$	$\frac{20,2}{10}$	$\frac{22,2}{11}$	$\frac{30,8}{15}$	$\frac{4,7}{4}$	$\frac{3,8}{4}$	$\frac{5,2}{5}$	$\frac{27,8}{26}$	$\frac{10,7}{10}$	$\frac{9,0}{8}$	$\frac{5,8}{5}$	$\frac{7,2}{7}$	$\frac{9,3}{9}$	$\frac{5,7}{5}$	$\frac{5,3}{5}$	$\frac{43,7}{41}$	$\frac{22}{21}$	$\frac{20,3}{19}$	$\frac{20,7}{19}$		
			1965	$\frac{9,3}{5}$	$\frac{9,9}{4}$	$\frac{28,1}{13}$	$\frac{66,0}{32}$	$\frac{36,8}{7}$	$\frac{9,8}{4}$	$\frac{24,7}{7}$	$\frac{18,2}{4}$	$\frac{24,2}{3}$	$\frac{37,8}{5}$	$\frac{33,1}{8}$	$\frac{11,2}{7}$	$\frac{13,1}{42}$	$\frac{52,7}{17}$	$\frac{95,1}{31}$	$\frac{30,4}{10}$	$\frac{9,3}{5}$	$\frac{3,8}{4}$	$\frac{5,2}{5}$	$\frac{27,8}{26}$	$\frac{10,7}{10}$	$\frac{9,0}{8}$	$\frac{5,8}{5}$	$\frac{7,2}{7}$	$\frac{9,3}{9}$	$\frac{5,7}{5}$	$\frac{5,3}{5}$	$\frac{43,7}{41}$	$\frac{22}{21}$	$\frac{20,3}{19}$	$\frac{20,7}{19}$		
			1998	$\frac{34,5}{10}$	$\frac{9,9}{3}$	$\frac{6,8}{2}$	$\frac{119}{35}$	$\frac{40,6}{12}$	$\frac{12,1}{4}$	$\frac{5,8}{2}$	$\frac{4,5}{1}$	$\frac{27,3}{8}$	$\frac{44,1}{13}$	$\frac{24,2}{7}$	$\frac{9,5}{3}$	$\frac{166}{49}$	$\frac{22}{7}$	$\frac{96}{28}$	$\frac{54}{16}$	$\frac{34,5}{10}$	$\frac{9,3}{5}$	$\frac{3,8}{4}$	$\frac{5,2}{5}$	$\frac{27,8}{26}$	$\frac{10,7}{10}$	$\frac{9,0}{8}$	$\frac{5,8}{5}$	$\frac{7,2}{7}$	$\frac{9,3}{9}$	$\frac{5,7}{5}$	$\frac{5,3}{5}$	$\frac{43,7}{41}$	$\frac{22}{21}$	$\frac{20,3}{19}$	$\frac{20,7}{19}$	
Валдайская ВБС																																				
р.Полометь -с.Дворец	1947-2017	Средний	1984	$\frac{34,5}{10}$	$\frac{9,9}{3}$	$\frac{6,8}{2}$	$\frac{119}{35}$	$\frac{40,6}{12}$	$\frac{12,1}{4}$	$\frac{5,8}{2}$	$\frac{4,5}{1}$	$\frac{27,3}{8}$	$\frac{44,1}{13}$	$\frac{24,2}{7}$	$\frac{9,5}{3}$	$\frac{166}{49}$	$\frac{22}{7}$	$\frac{96}{28}$	$\frac{54}{16}$	$\frac{5,8}{4}$	$\frac{3,1}{2}$	$\frac{2,7}{2}$	$\frac{61}{38}$	$\frac{31,8}{20}$	$\frac{6,8}{4}$	$\frac{5,0}{3}$	$\frac{2,5}{2}$	$\frac{1,7}{1}$	$\frac{10,4}{7}$	$\frac{22,1}{14}$	$\frac{6,6}{4}$	$\frac{34}{21}$	$\frac{16}{10}$			
			1963	$\frac{5,8}{4}$	$\frac{3,1}{2}$	$\frac{2,7}{2}$	$\frac{61}{38}$	$\frac{31,8}{20}$	$\frac{6,8}{4}$	$\frac{5,0}{3}$	$\frac{2,5}{2}$	$\frac{1,7}{1}$	$\frac{10,4}{7}$	$\frac{22,1}{14}$	$\frac{6,6}{4}$	$\frac{34}{21}$	$\frac{16}{10}$	$\frac{146}{26}$	$\frac{160}{29}$	$\frac{146}{26}$	$\frac{66}{12}$	$\frac{7,1}{1}$	$\frac{4,3}{1}$	$\frac{5,3}{1}$	$\frac{158}{28}$	$\frac{19,5}{4}$	$\frac{20,6}{4}$	$\frac{61,4}{11}$	$\frac{78,1}{14}$	$\frac{39,6}{7}$	$\frac{68,9}{12}$	$\frac{37,7}{7}$	$\frac{54,7}{10}$	$\frac{183}{33}$	$\frac{146}{26}$	$\frac{66}{12}$
			1953	$\frac{7,1}{1}$	$\frac{4,3}{1}$	$\frac{5,3}{1}$	$\frac{158}{28}$	$\frac{19,5}{4}$	$\frac{20,6}{4}$	$\frac{61,4}{11}$	$\frac{78,1}{14}$	$\frac{39,6}{7}$	$\frac{68,9}{12}$	$\frac{37,7}{7}$	$\frac{54,7}{10}$	$\frac{183}{33}$	$\frac{146}{26}$	$\frac{160}{29}$	$\frac{146}{26}$	$\frac{66}{12}$	$\frac{66}{12}$	$\frac{7,1}{1}$	$\frac{4,3}{1}$	$\frac{5,3}{1}$	$\frac{158}{28}$	$\frac{19,5}{4}$	$\frac{20,6}{4}$	$\frac{61,4}{11}$	$\frac{78,1}{14}$	$\frac{39,6}{7}$	$\frac{68,9}{12}$	$\frac{37,7}{7}$	$\frac{54,7}{10}$	$\frac{183}{33}$	$\frac{146}{26}$	$\frac{66}{12}$

Продолжение приложения Е.2

Водоток	Расчетный период	Характеристика водности года	Год	Средний слой (мм) % от годового стока															
				Месячный сток												Сезонный сток			
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	весна (III-V)	лето (VI-VIII)	осень (IX-XI)	зима (XII-II)
р.Поломать- д.Яжелбицы	1952- 2018	Средний	1995	$\frac{17}{5}$	$\frac{188}{5}$	$\frac{56,5}{15}$	$\frac{99,3}{27}$	$\frac{46,7}{13}$	$\frac{14,9}{4}$	$\frac{9,3}{3}$	$\frac{6,3}{2}$	$\frac{5,5}{1}$	$\frac{31,3}{9}$	$\frac{31,2}{9}$	$\frac{29,9}{8}$	$\frac{203}{55}$	$\frac{31}{8}$	$\frac{68}{19}$	$\frac{64}{18}$
			1963	$\frac{8,9}{5}$	$\frac{6,3}{4}$	$\frac{5,6}{3}$	$\frac{62,4}{35}$	$\frac{29,9}{17}$	$\frac{8,9}{5}$	$\frac{7,3}{4}$	$\frac{3,6}{2}$	$\frac{2,9}{2}$	$\frac{12,0}{7}$	$\frac{21,3}{12}$	$\frac{8,4}{5}$	$\frac{98}{55}$	$\frac{20}{11}$	$\frac{36}{20}$	$\frac{24}{13}$
			1990	$\frac{24}{4}$	$\frac{81,3}{14}$	$\frac{144}{25}$	$\frac{53,4}{9}$	$\frac{21,4}{4}$	$\frac{12,4}{2}$	$\frac{11,9}{2}$	$\frac{23,8}{4}$	$\frac{43,5}{7}$	$\frac{84,5}{14}$	$\frac{48,8}{8}$	$\frac{35,1}{6}$	$\frac{218}{37}$	$\frac{48}{8}$	$\frac{177}{30}$	$\frac{140}{24}$
р.Поломать- шт.Лычково	1962- 1975,1 982- 2010, 2012- 2014, 2017- 2018	Средний	1969	$\frac{5,2}{2}$	$\frac{3,0}{1}$	$\frac{3,0}{1}$	$\frac{71}{23}$	$\frac{66}{21}$	$\frac{17}{6}$	$\frac{11}{3}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{6}{2}$	$\frac{23}{7}$	$\frac{54}{18}$	$\frac{43}{14}$	$\frac{140}{46}$	$\frac{33}{11}$	$\frac{82}{27}$	$\frac{51}{17}$
			1996	$\frac{5,1}{3}$	$\frac{3,1}{2}$	$\frac{4,0}{3}$	$\frac{54}{34}$	$\frac{33}{21}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{6}{3}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{10}{6}$	$\frac{27}{17}$	$\frac{91}{57}$	$\frac{15}{9}$	$\frac{18}{11}$	$\frac{35}{22}$
			1962	$\frac{9,9}{2}$	$\frac{6,8}{1}$	$\frac{7,2}{2}$	$\frac{151}{31}$	$\frac{42}{9}$	$\frac{16}{3}$	$\frac{54}{11}$	$\frac{20}{4}$	$\frac{71}{15}$	$\frac{33}{7}$	$\frac{37}{8}$	$\frac{36}{7}$	$\frac{199}{41}$	$\frac{90}{19}$	$\frac{141}{29}$	$\frac{53}{11}$
р.Лонница- д.Моссолино	1948- 2009, 2011	Средний	1983	$\frac{19,4}{6}$	$\frac{12,5}{4}$	$\frac{33,3}{11}$	$\frac{96,5}{31}$	$\frac{18,9}{6}$	$\frac{10,2}{3}$	$\frac{11,1}{4}$	$\frac{2,2}{1}$	$\frac{7,5}{2}$	$\frac{32,7}{11}$	$\frac{24,1}{8}$	$\frac{38,8}{13}$	$\frac{149}{48}$	$\frac{24}{8}$	$\frac{64}{21}$	$\frac{71}{23}$
			1964	$\frac{1,7}{1}$	$\frac{1,5}{1}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{64,3}{49}$	$\frac{25}{19}$	$\frac{3,8}{3}$	$\frac{1,1}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,6}{1}$	$\frac{6,1}{5}$	$\frac{17,7}{14}$	$\frac{7,8}{6}$	$\frac{89}{68}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{25}{19}$	$\frac{11}{8}$
			1990	$\frac{17,8}{3}$	$\frac{103}{19}$	$\frac{140}{26}$	$\frac{48,3}{9}$	$\frac{16,1}{3}$	$\frac{8}{2}$	$\frac{6,7}{1}$	$\frac{21,6}{4}$	$\frac{39,1}{7}$	$\frac{64,9}{12}$	$\frac{45}{8}$	$\frac{25,5}{5}$	$\frac{204}{38}$	$\frac{36}{7}$	$\frac{149}{28}$	$\frac{146}{27}$

Продолжение приложения Е.2

Водоток	Расчетный период	Характеристика водности года	Год	Средний слой (мм) % от годового стока																	
				Сезонный сток																	
				Месячный сток																	
				Зима (XII-I)	Весна (III-V)	Лето (VI-VIII)	Осень (IX-XI)														
				зима (XII-I)	весна (III-V)	лето (VI-VIII)	осень (IX-XI)														
				зима (XII-I)	весна (III-V)	лето (VI-VIII)	осень (IX-XI)														
лог Тасжрый	1949- 76,1979- 2017	Средний	1961	10,1 5	3,3 1	16 7	79,5 36	34,6 16	0,6 0,3	10,3 5	43,3 20	10 5	1,2 1	3,7 2	7,1 3	130 59	54 25	15 7	20 9		
			1964	0,1 0,1	0,1 0,1	38,9 49	23,9 30	1,7 2	0,1 0,1	0,1 0,3	2,6 3	8,8 11	3,1 4	63 79	2 2	12 15	3 4				
			1990	8,8 2	75,8 19	102 26	33,8 9	10,4 3	5,2 1	3,7 1	11,3 3	50,8 13	35,4 9	16,3 4	146 37	20 5	130 33	101 25			

Приложение Е.3 – Параметры и расчетные значения максимальных расходов воды весеннего половодья

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока				Максимальный расход воды весеннего половодья (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений						
		период наблюдений	число лет	средний много-летний сток, л/с или м ³ /с	наибольший максимальный расход, л/с или м ³ /с	год	наименьший максимальный расход, л/с или м ³ /с	год	1	2	5	10	25	
Нижедевицкая ВБС (л/с)														
лог Малютка	0,05	1954, 1956-74, 1976-90, 1993, 1995, 1997-2019	61	14,4	67,8	1993	0	1998, 1999, 2000, 2002, 2004-2019	74,7	66,6	42,7	34,6	28,9	
лог Долгий	2,57	1949-54, 1956-74, 1977-88, 1990, 1993, 1995, 1997-2019	64	443	2110	1963	0	1997-2002, 2004-2019	2414	2073	1518	1369	742	
ВБС Каменная степь (л/с)														
балка Степная	1,92	1950-91, 1994-2019	67	321	2431	1979	2,40	2008	2800	2265	1159	850	422	
балка Солонцы	0,25	1954-91, 1994-96, 1998-2019	58	30,3	330	1956	0	2013-2019	400	296	155	89,3	33,6	

Продолжение приложения Е.3

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений			Максимальный расход воды весеннего половодья (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за расчетный период 1947-2018 гг.						
		Период наблюдений	Число лет	средний много-летний сток, л/с или м ³ /с	наибольший и расход, л/с или м ³ /с	год	наименьший и расход, л/с или м ³ /с	год	1	2	5	10	25
Подмосковная ВБС (м³/с)													
р.Медвенка-выше устья р.Закзы	21,5	1947-2011	6 4	5,6	21,1	19 52	1,20	2002	23,7	18,8	14,4	12,3	7,35
Валдайская ВБС (м³/с)													
р. Полометь-с. Дворец	432	1937-39, 1947-2005, 2011-2018	70	43,6	85,6	1955	17,8	1954	89,1	80,7	69,7	61,4	49,6
р. Полометь-д. Яжелбицы	631	1952-2018	67	59,4	116	1955	33,4	1954	116	107	93,3	83,2	68,5
р. Полометь-с. Соменка	776	1959-91	33	58,0	94,8	1960	24,0	2002	94,2	89,1	81,9	75,8	66,3
р. Полометь-с. Ермошкино	1180	1959-73, 1976-82, 1985-89, 1991-2000	53	76,8	115	1955	45,2	2002	116	110	102	94,7	84,3
р. Полометь-пгт. Лычково	2180	1961-73, 1976-77, 1982-2018	52	128	205	1962	61	2016	225	211	190	173	148
р. Соенка-с. Киты	101	1949-68	20	17,2	30,8	1955	3,49	1954	28,0	26,6	24,3	22,5	19,7
р. Лонница-д. Моссолино	48,3	1936-39, 1948-2018	75	6,52	13,4	1955	2,24	1937	13,2	12,1	10,5	9,23	7,50
р. Соминка - с. Дворец	32,3	1936-39, 1944-68, 2011, 2013-18	36	4,43	12,6	1955	1,21	2013	12,3	10,9	8,86	7,38	5,38
р. Олешенка-с. Миронегги	31,9	1958-68, 2015-16, 2018	14	3,75	7,45	1955	1,78	2015	7,33	6,74	5,95	5,30	4,36

Продолжение приложения Е.3

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений				Максимальный расход воды весеннего половодья (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за расчетный период 1947-2017 гг.					
		период наблюдений	число лет	средний много-летний сток, л/с или м ³ /с	наибольший расход, л/с или м ³ /с	год	наименьший расход, л/с или м ³ /с	год	1	2	5	10	25
Валдайская ВБС(л/с)													
лог Архиерейский	2,67	1937-41, 1947-76, 1989-91	38	449	1800	1960	188	1954	815	765	670	605	511
лог Таежный	0,45	1936-39, 1948-2017	74	47,3	107	1955	8,65	1937	107	96,0	80,5	69,5	54,1
лог Усадьевский	0,36	1938-41, 1948-79, 1987-92, 1996, 2000-07	51	88,2	188	1938	32,2	1989	171	159	139	124	102
лог Верховье Усадьевского	0,016	1950-69, 1972-85, 1987, 1988	36	1,79	4,24	1960	0,11	1951	4,27	3,84	3,29	2,85	2,21
лог Синяя Гнилка	0,015	1950-79, 1981-85	35	3,81	6,93	1959	0,96	1984	7,11	6,68	6,11	5,59	4,72

Приложение Е.4 – Параметры и расчетные значения слоя стока весеннего половодья

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений				Максимальный слой стока весеннего половодья (мм) различной вероятностью превышения (%) за период наблюдений						
		период наблюдений	число лет	средний многолетний слой стока весеннего половодья, мм	наибольший слой стока, мм	год	наименьший слой стока, мм	год	1	2	5	10	25	
Нижедевицкая ВБС														
лог Малюпка	0,05	1954,1956-74,1976-90,1993,1995,1997-2017	58	33,5	125	1963, 1987	0	1998-2000,2004-2017	154	125	118	97,8	51,2	
лог Долгий	2,57	1949-54,1956-74,1977-88,1990,1993,1995,1997-2017	61	11,7	66,1	1963	0	1997-2002,2004-2017	75	62,2	40,2	35,2	17,1	
ВБС Каменная степь														
балка Степная	1,92	1950-91, 1994-2017	65	26,5	100	1979	0,6	2016	105	95,9	85,2	69,3	32,3	
балка Солонцы	0,25	1954-91,1994-96,1998-2017	58	14,2	73,4	1979	0	2013,2014,2015,2017	88,2	73,2	68,7	53,3	19,0	
Подмосковная ВБС														
р.Медвенка-выше устья р.Закзы	21,5	1947-2011	64	86,8	174	1970	28	1965	185	171	156	130	114	

Продолжение приложения Е.4

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений				Максимальный слой стока весеннего половодья (мм) различной вероятности превышения (%) за расчетный период 1947-2018 гг.					
		Период наблюдений	Число лет	средний многолетний слой стока весеннего половодья, мм	наибольший слой стока, мм	год	наименьший слой стока, мм	год	1	2	5	10	25
Валдайская ВБС													
р. Полометь-с. Дворец	432	1937-39, 1947-2005, 2011-2018	70	164	313	2011	73	2014	312	289	256	230	191
р. Полометь-д. Яжелбицы	631	1952-2018	67	166	284	1955	92	1996	294	276	248	226	192
р. Полометь-с. Соменка	776	1959-91	33	155	265	1994	88	2014	266	251	227	208	179
р. Полометь-с. Ермошкино	1180	1959-73, 1976-82, 1985-89, 1991-2000	53	154	262	1994	85,4	2014	272	256	227	205	174
р. Полометь - пгт. Лычково	2180	1961-73, 1976-77, 1982-2018	52	154	275	1966	69	2014	324	296	254	223	179
р. Сосненка-с. Киты	101	1949-68	20	203	387	1987	86	1963	409	377	328	291	238
р. Лонница-д. Моссолино	48,3	1936-39, 1948-2018	75	145	271	1987	76	1937, 2007	281	259	229	204	168
р. Соминка - с. Дворец	32,3	1936-39, 1944-68, 2011, 2013-18	36	172	330	1987	73	2014	341	316	279	248	204
р. Олешенка-с. Миронегги	31,9	1958-68, 2015-16, 2018	14	142	266	1987	72	1964	278	258	226	201	165

Продолжение приложения Е.4

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Максимальный слой стока весеннего половодья (мм) различной вероятности превышения (%) за расчетный период 1947-2018 гг.									
		Период наблюдений	Число лет	Характерные значения стока за период наблюдений									
		Период наблюдений	Число лет	средний многолетний слой стока весеннего половодья, мм	наибольший слой стока, мм	год	наименьший слой стока, мм	год	1	2	5	10	25
руч. Архирейский	2,67	1937-41, 1947-76, 1989-91	38	192	368	1990	97,5	1937	315	296	271	250	217
лог Таежный	0,45	1936-39, 1948-2017	74	116	229	1955	21,3	1937	231	209	188	168	137
лог Усадьевский	0,36	1938-41, 1948-79, 1987-92, 1996, 2000-07	51	203	369	2004	86	1972	375	348	307	277	232
лог Верховье Усадьевского	0,016	1950-69, 1972-85, 1987, 1988	36	68,3	183	1956	1	1951	176	158	133	114	85,6
лог Синяя Гнилка	0,015	1950-79, 1981-85	35	148	286	1966	42	1984	291	272	245	222	184

Приложение Е.5 – Параметры и расчетные значения минимальных 30-ти суточных расходов воды за летне-осенний период

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Число лет	Характерные значения стока за период наблюдений			Минимальный 30-ти суточный расход воды за летне-осенний период (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений		
		период наблюдений	число лет		средний	наименьший	ГОД	75	80	90
Нижедевицкая ВБС										
лог Малютка	0,05	1954,1956-74, 1976-90, 1993,1995, 1997-2019	61							ежегодно пересыхает
лог Долгий	2,57	1949-54, 1956-74, 1977-88, 1990, 1993,1995 1997-2019	63							ежегодно пересыхает
ВБС Каменная степь (л/с)										
балка Степная	1,92	1950-91, 1994-2019	67							ежегодно пересыхает
балка Солонцы	0,25	1954-91, 1994-96, 1998-2019	60							ежегодно пересыхает
Подмосковная ВБС (л/с)										
р.Медвенка- выше устья р.Закзы	21,5	1947-2011	65	46	13,7	1967	28	27,1	22,4	18,8

Продолжение приложения Е.5

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений			Минимальный 30-ти суточный расход воды за летне-осенний период (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений			
		период наблюдений	число лет	средний многолетний	наименьший	год	75	80	90	95
Валдайская ВБС, реки 1947-2018 гг. (м³/с)										
р. Поломечь-с. Дворец	432	1937-39, 1947-2005, 2011-2018	70	0,91	0,07	1975	0,32	0,27	0,17	0,13
р. Поломечь - д. Яжелбицы	631	1952-2018	67	1,61	0,36	1972	0,92	0,82	0,64	0,54
р. Поломечь-с. Соменка	776	1959-91	33	3,35	0,57	1972	1,42	1,28	0,96	0,88
р. Поломечь-с. Ермошкино	1180	1959-73, 1976-82, 1985-89, 1991-2000	53	3,80	0,92	2002	1,89	1,66	1,29	1,14
р. Поломечь - пгт. Лычково	2180	1961-73, 1976-77, 1982-2018	52	4,73	0,94	2014	2,34	2,14	1,69	1,49
р. Сосненка- с. Киты	101	1949-68	20	0,173	0,011	1975	0,059	0,050	0,030	0,022
р. Лонница- д. Моссолино	48,3	1936-39, 1948-2018	75	0,075	0	1972	0,018	0,014	0,005	0,002
р. Соминка - с. Дворец	32,3	1936-39, 1944-68, 2011, 2013-18	36	0,052	0	1972, 1975	0,012	0,009	0,003	0,001
р. Олешенка - с. Миронегги	31,9	1958-68, 2015-16, 2018	14	0,072	0	2015	0,036	0,031	0,020	0,015

Продолжение приложения Е.5

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений	Минимальный 30-ти суточный расход воды за летне-осенний период (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений					
		период наблюдений	число лет		средний многолетний	наименьший	год	75	80	90
Валдайская ВБС, лога 1950-2017 гг. (л/с)										
лог Архиерейский	2,67	1937-41, 1947-76, 1989-91	38	5,77	0,690	1964	2,64	2,22	1,54	1,05
лог Тажный	0,45	1936-39, 1948-2017	74	0,256	0,000	-	0	0	0	0
лог Усадьевский	0,36	1938-41, 1948-79, 1987-92, 1994-96, 2000-07	53	0,178	0,000	-	0	0	0	0

Приложение Е.6 – Параметры и расчетные значения минимальных зимних 30-ти суточных расходов воды

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений			Минимальный 30-ти суточный расход воды за зимний период (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений			
		период наблюдений	число лет	средний	наименьший	год	75	80	90	95
Нижедевицкая ВБС										
лог Малотка	0,05	1954, 1956-74,1976-90, 1993,1995, 1997-2019	60							
лог Долгий	2,57	1949-54, 1956-74,1977-88, 1990, 1993,1995 1997-2019	63							
ВБС Каменная степь										
балка Степная	1,92	1950-91, 1994-2019	67	1,33	0					пересыхает
балка Солонцы	0,25	1954-91, 1994-96, 1998-2019	60							водоток ежегодно пересыхает или промерзает
Подмосковная ВБС										
р.Медвенка- выше устья р.Закзы	21,5	1947-2011	65	54	18	1950	37,6	36,2	27,9	25,5

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока за период наблюдений			Минимальный 30-ти суточный расход воды за зимний период (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений			
		период наблюдений	число лет	средний многолетний	наименьший	год	75	80	90	95
Валдайская ВБС реки 1947-2018 гг. (м³/с)										
р. Полометь-с. Дворец	432	1937-39, 1947-2005, 2011-2018	70	1,16	0,110	1952	0,62	0,55	0,36	0,22
р. Полометь - д. Яжелбицы	631	1952-2018	67	2,28	0,830	1954	1,49	1,37	1,13	0,96
р. Полометь-с. Соменка	776	1959-91	33	3,63	(0,52)	2003	2,14	1,89	1,74	1,25
р. Полометь-с. Ермошкино	1180	1959-73, 1976-82, 1985-89, 1991-2000	53	4,01	0,45	2010	2,38	2,11	1,54	1,10
р. Полометь - пгт. Лычково	2180	1961-73, 1976-77, 1982-2018	52	5,73	1,71	1972	3,41	3,21	2,56	2,13
р. Сосненка- с. Киты	101	1949-68	20	0,207	0,003	1963	0,095	0,077	0,043	0,019
р. Лонница - д. Моссолино	48,3	1936-39, 1948-2018	75	0,066	0	1950, 1962, 1981, 1984-85, 2003	0,017	0,011	0,001	0
р. Соминка - с. Дворец	32,3	1936-39, 1944-68, 2011, 2013-18	36	0,072	0,005	1967	0,036	0,031	0,020	0,014
р. Олешенка- с. Миронеге	31,9	1958-68, 2015-16, 2018	14	0,076	0,024	1962	0,048	0,044	0,035	0,031

Продолжение приложения Е.6

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		число лет	Характерные значения стока за период наблюдений			Минимальный 30-ти суточный расход воды за зимний период (л/с или м ³ /с) различной вероятности превышения (%) за период наблюдений			
		период наблюдений	число лет		средний многолетний	наименьший	год	75	80	90	95
Валдайская ВБС лога 1950-2017 гг. (л/с)											
лог Архиерейский	2,67	1937-41, 1947-76, 1989-91	38	10,2	1,06	1967	3,80	3,27	2,06	1,52	
лог Таежный	0,45	1936-39, 1948-2017	74	0,230	0,000	-	0,005	0	0	0	
лог Усадьевский	0,36	1938-41, 1948-79, 1987-92, 1994-96, 2000-07	53	0,575	0,000	-	0,105	0,062	0,027	0,007	

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – Характеристики элементов водного баланса болот

Приложение Ж.1 – Атмосферные осадки, мм (месячные: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
БСБрусовица Болотная метеоплощадка. Осадкомер №1 (1955-2014 гг.)													
Средн.	-	-	-	-	-	62,6	67,4	74,6	63,7	-	-	-	268
Наим.	-	-	-	-	-	10,4	2,0	4,0	18,8	-	-	-	130
Наиб.	-	-	-	-	-	152	152,1	168,5	157	-	-	-	427
БСБрусовица Суходольная метеоплощадка. Осадкомер №2 (1954-2014 гг.)													
Средн.	45,3	34,9	35,8	36,6	53,7	67,8	71,7	80,1	69,1	74,5	62,4	53,4	685
Наим.	15,1	6,8	12,6	0,7	15,0	12,6	1,8	7,3	21,0	9,1	22,0	15,0	294
Наиб.	87,0	74,0	78,9	73,6	159,9	163,2	160,7	158,5	174	134,3	102,5	107	931
Зеленогорская БС Болотная метеоплощадка. Осадкомер №1 (1950-2013 гг.)													
Средн.	67,1	48,9	49,0	40,5	51,4	68,0	87,0	90,3	89,2	98,0	90,8	81,7	862
Наим.	8,6	3,1	10,9	2,8	3,0	20,9	2,5	15,7	18,1	16,6	2,5	26,7	604
Наиб.	137	146,3	115,1	94,8	110,2	134,9	163,1	224,5	202,7	222,5	196,6	168,1	1166
Зеленогорская БС Суходольная метеоплощадка. Осадкомер №7 (1952-2013 гг.)													
Средн.	71,1	51,7	52,1	41,5	50,7	68,2	87,0	90,4	89,2	96,7	92,1	86,1	877
Наим.	7,1	4,5	13,0	2,8	2,4	17,3	2,5	15,3	18,2	16,2	2,4	27,9	585
Наиб.	136,9	146,1	124,4	94,4	108,5	131	162,6	221	206,5	224,3	194,1	176,3	1126

Приложение Ж.2 – Температура воздуха, °С (месячные: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Болотная станция Брусовица Суходольная метеоплощадка (1954-1993,1996,2005-2014 гг.)													
Средн.	-13,9	-12,3	-6,9	-0,3	6,7	12,4	15,3	12,8	7,4	1,1	-5,2	-10,1	0,6
Наим.	-25,3	-24,2	-16,7	-4,0	1,6	7,9	11,0	10,4	3,7	-4,8	-12,3	-23,6	-2,3
Наиб.	-7,7	-2,0	-0,3	3,5	11,6	17,1	20,1	16,7	11,1	5,6	1,7	-2,0	2,5
Болотная станция Брусовица Болотная метеоплощадка (1954-1993,1996,2005-2014 гг.)													
Средн.	-	-	-	-	-	12,6	15,7	13,1	7,8	-	-	-	-
Наим.	-	-	-	-	-	7,8	11,2	10,6	4,0	-	-	-	-2,0
Наиб.	-	-	-	-	-	17,4	21,3	17,2	11,2	-	-	-	15,9
Болотная станция Зеленогорская Болотная метеоплощадка (1950-2013 гг.)													
Средн.	-8,5	-8,8	-4,3	2,6	9,3	14,3	16,8	14,9	9,7	4,3	-1,2	-5,8	3,6
Наим.	-21,7	-17,3	-11,6	-1,3	5,6	10,9	13,2	12,2	5,7	-1,3	-7,8	-16,5	1,2
Наиб.	-1,9	0,3	2,0	6,5	13,1	19,2	22,6	17,8	12,8	7,3	2,8	1,2	6,4

Приложение Ж.3 – Испарение, мм (месячные: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяц	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Зеленогорская БС Микрорландшафт: сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной Испарение с болота (1956-2013 гг.)						
Средн.	75	84	80	57	29	-
Наим.	44	54	56	36	9	-
Наиб.	151	127	110	90	52	-
БСБрусовица Микрорландшафт: грядово-озерковый Испарение с водной поверхности (1964-2014 гг.)						
Средн.	51	120	136	97	45	11
Наим.	14	55	49	61	30	2
Наиб.	108	181	181	133	67	25

Приложение Ж.4 – Уровни болотных вод (см) от средней поверхности болота
(на конец месяца: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
БСБрусовица													
Скважина 201 (1956-1993,1996,2005-2014 гг.)													
Средн.	-49	-53	-43	-4	-19	-39	-53	-42	-25	-16	-25	-34	-34
Наим.	-84	-92	-106	-44	-57	-78	-93	-90	-88	-59	-77	-70	-52
Наиб.	-8	-16	-6	9	-5	-10	-6	-3	-5	-2	-4	-8	-14
Скважина 202 (1956-1989 гг.)													
Средн.	-46	-52	-46	-15	-25	-34	-44	-36	-26	-25	-33	-40	-35
Наим.	-75	-84	-78	-38	-50	-52	-64	-71	-79	-75	-75	-75	-54
Наиб.	-20	-21	-3	5	-10	-13	-23	-12	-9	-1	-11	-21	-20
Скважина 203 (1956-1993,1996,2005-2014 гг.)													
Средн.	-15	-15	-13	-11	-16	-23	-29	-23	-18	-15	-15	-15	-17
Наим.	-36	-35	-33	-39	-30	-43	-53	-53	-42	-38	-37	-35	-31
Наиб.	10	12	12	27	7	3	1	6	13	5	4	6	6
Скважина 204 (1956-1993 гг.)													
Средн.	-7	-6	-3	0	-10	-16	-21	-19	-15	-11	-10	-9	-11
Наим.	-21	-21	-17	-10	-17	-27	-37	-39	-37	-33	-29	-25	-19
Наиб.	15	18	21	34	12	5	2	6	15	6	8	12	10
Скважина 205 (1956-1993,1996,2005-2014 гг.)													
Средн.	-14	-13	-10	-7	-19	-26	-31	-26	-22	-17	-17	-15	-18
Наим.	-32	-34	-34	-28	-38	-47	-57	-51	-45	-45	-42	-35	-29
Наиб.	-3	0	2	3	-10	-14	-10	-2	-8	-2	-4	-4	-10
Скважина 206 (1956-1993,1996,2005-2014 гг.)													
Средн.	-11	-10	-8	-8	-11	-16	-21	-18	-12	-9	-10	-11	-12
Наим.	-40	-36	-32	-31	-28	-36	-54	-50	-48	-38	-39	-39	-33
Наиб.	22	24	27	34	11	7	8	18	20	17	22	22	20
Зеленогорская БС													
Скважина 101 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-19	-21	-17	-12	-22	-29	-32	-30	-24	-18	-17	-18	-22
Наим.	-40	-39	-38	-25	-36	-51	-69	-70	-53	-50	-38	-42	-39
Наиб.	-4	-3	-2	-2	-6	-7	-11	-4	-1	-5	-5	-4	-8
Скважина 102 (1950-1989 гг.)													
Средн.	-28	-29	-22	-16	-30	-37	-39	-34	-26	-22	-23	-25	-28
Наим.	-41	-41	-40	-25	-40	-56	-75	-76	-54	-50	-37	-45	-39
Наиб.	-8	-14	0	-1	-16	-8	-11	-5	-2	-2	-4	-7	-9

Продолжение приложения Ж.4

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Скважина 102а (1975-2013 гг.)													
Средн.	-21	-21	-17	-15	-22	-27	-29	-28	-23	-18	-18	-19	-22
Наим.	-32	-32	-33	-25	-34	-44	-54	-65	-61	-36	-32	-31	-35
Наиб.	-7	-11	-3	-4	-13	-10	-11	-7	-5	-6	-6	-9	-11
Скважина 103 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-20	-22	-17	-12	-21	-26	-29	-28	-22	-17	-17	-18	-21
Наим.	-38	-40	-40	-20	-31	-45	-58	-60	-56	-46	-30	-38	-34
Наиб.	-10	-6	0	0	-10	-11	-14	-8	-6	-6	-8	-8	-11
Скважина 104 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-20	-21	-16	-10	-20	-26	-29	-27	-22	-17	-16	-18	-20
Наим.	-40	-42	-40	-21	-30	-44	-62	-64	-51	-48	-32	-40	-36
Наиб.	-9	-4	0	0	-10	-7	-11	-5	-2	-4	-4	-4	-9
Скважина 105 (1950-1989 гг.)													
Средн.	-26	-27	-20	-13	-25	-32	-34	-31	-24	-20	-20	-22	-25
Наим.	-44	-46	-45	-21	-36	-49	-65	-68	-52	-51	-36	-45	-39
Наиб.	-10	-9	0	-4	-12	-9	-10	-7	-4	-6	-6	-8	-11
Скважина 106 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-20	-20	-15	-11	-20	-26	-29	-26	-21	-16	-16	-17	-20
Наим.	-46	-44	-44	-27	-38	-53	-72	-77	-55	-53	-37	-46	-41
Наиб.	1	0	4	6	-1	-6	-6	-3	-2	2	0	1	-2
Скважина 107 (1950-1989 гг.)													
Средн.	-25	-26	-20	-17	-27	-35	-36	-32	-24	-21	-21	-22	-26
Наим.	-42	-44	-44	-29	-44	-62	-82	-86	-60	-54	-36	-42	-43
Наиб.	-3	-6	4	0	-4	-7	-10	-4	-3	1	1	-1	-5
Скважина 107б (1971-2013 гг.)													
Средн.	-13	-13	-8	-11	-18	-22	-25	-23	-18	-13	-13	-13	-16
Наим.	-22	-22	-22	-24	-30	-40	-56	-57	-48	-25	-26	-21	-25
Наиб.	-2	-3	5	-2	-8	-10	-10	-8	-6	-2	-4	-2	-5
Скважина 108 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-16	-16	-12	-9	-18	-24	-27	-25	-19	-14	-13	-14	-17
Наим.	-29	-29	-29	-33	-40	-48	-61	-69	-66	-39	-32	-31	-36
Наиб.	3	-2	14	14	0	0	-1	4	3	6	4	5	0
Скважина 109 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-31	-32	-28	-26	-35	-42	-45	-43	-36	-30	-29	-30	-34
Наим.	-59	-59	-59	-50	-59	-76	-88	-100	-109	-64	-59	-61	-62
Наиб.	0	-4	3	0	-4	-8	-8	-6	-3	0	0	0	-3

Продолжение приложения Ж.4

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Скважина 210 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-10	-11	-6	-5	-12	-18	-20	-19	-13	-9	-8	-9	-12
Наим.	-28	-29	-24	-16	-28	-38	-47	-50	-51	-44	-32	-27	-27
Наиб.	3	4	14	16	0	0	1	4	4	6	6	7	1
Скважина 211 (1950-1989 гг.)													
Средн.	-22	-23	-18	-14	-23	-31	-32	-29	-22	-19	-18	-20	-23
Наим.	-36	-37	-37	-24	-32	-50	-65	-75	-52	-49	-31	-38	-36
Наиб.	-8	-11	2	-2	-9	-8	-10	-4	-2	2	-3	-4	-8
Скважина 212 (1950-1984 гг.)													
Средн.	-31	-33	-27	-17	-30	-38	-41	-38	-31	-26	-25	-28	-30
Наим.	-49	-50	-50	-27	-40	-57	-72	-75	-60	-58	-41	-50	-45
Наиб.	-11	-14	-6	-3	-9	-18	-15	-14	-10	-8	-6	-8	-12
Скважина 313 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-9	-9	-4	-4	-12	-18	-19	-18	-13	-9	-8	-8	-11
Наим.	-26	-27	-26	-18	-26	-36	-47	-47	-47	-36	-28	-27	-27
Наиб.	6	5	24	30	0	4	3	5	9	6	6	12	2
Скважина 314 (1950-1989 гг.)													
Средн.	-11	-12	-7	-5	-15	-25	-24	-19	-12	-8	-7	-8	-13
Наим.	-29	-29	-21	-18	-44	-60	-62	-56	-34	-27	-25	-25	-29
Наиб.	0	-2	16	15	0	0	-1	4	1	4	4	2	0
Скважина 315 (1950-1989 гг.)													
Средн.	-14	-16	-9	-2	-14	-24	-26	-23	-15	-10	-8	-9	-14
Наим.	-33	-37	-36	-18	-40	-57	-60	-62	-51	-52	-39	-29	-33
Наиб.	4	-2	18	17	1	0	-1	6	5	8	6	8	0
Скважина 316 (1950-2013 гг.)													
Средн.	-25	-29	-24	-12	-24	-33	-36	-34	-29	-21	-20	-22	-26
Наим.	-55	-61	-66	-27	-46	-61	-67	-66	-75	-71	-50	-52	-45
Наиб.	-6	0	10	6	-6	-6	-8	-4	-1	0	-2	-2	-5

Приложение Ж.5 – Температура торфяной залежи, °С (на конец месяца: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
БСБрусовица (1952-1993,1996,2005-2014 гг.)													
На глубине 0,20 м													
Средн.	0,3	0,2	0,2	0,4	5,1	11,4	13,8	11,2	7,0	2,7	1,1	0,6	4,5
Наим.	-1,9	-1,4	-0,7	-0,1	0,0	4,2	10,0	8,6	4,1	0,6	0,0	-1,4	2,6
Наиб.	1,1	1,0	0,7	4,8	12,4	16,1	17,0	13,8	9,9	5,6	2,4	1,4	10,6
На глубине 0,40 м													
Средн.	1,1	0,9	0,7	0,8	4,0	9,1	11,9	10,9	7,7	3,9	2,2	1,5	4,6
Наим.	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	3,3	7,8	8,9	4,7	2,2	1,0	0,1	2,5
Наиб.	1,9	1,6	1,4	2,7	8,4	11,8	14,1	12,6	9,8	6,0	4,5	3,1	6,8
На глубине 0,80 м													
Средн.	2,4	2,0	1,7	1,5	2,6	5,6	8,6	9,4	8,1	5,8	4,0	3,0	4,6
Наим.	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	1,5	5,0	6,7	5,6	3,8	2,4	1,8	2,8
Наиб.	3,5	3,0	2,5	2,5	4,9	8,2	10,3	10,9	9,6	7,7	5,7	4,2	5,7
На глубине 1,60 м													
Средн.	4,0	3,5	3,1	2,8	2,7	3,6	5,2	6,6	7,1	6,6	5,6	4,7	4,6
Наим.	3,0	2,8	2,5	2,3	1,9	2,0	3,1	4,3	5,0	4,7	4,1	3,5	3,4
Наиб.	4,9	4,3	3,8	3,5	3,5	5,0	6,9	8,9	8,9	8,3	7,1	5,9	5,8
На глубине 3,20 м													
Средн.	5,0	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,2	4,4	4,7	5,0	5,2	5,1	4,7
Наим.	3,6	4,1	4,0	3,8	3,4	3,6	3,7	3,7	4,0	3,9	4,4	4,4	4,1
Наиб.	6,0	5,8	5,6	5,4	5,1	5,0	5,0	5,4	5,9	6,2	6,3	6,2	5,6
Зеленогорская БС (1964-2013 гг.)													
На глубине 0,20 м													
Средн.	0,5	0,4	0,3	2,2	9,7	13,9	15,5	13,1	8,7	4,4	1,8	0,9	6,0
Наим.	-0,4	-0,7	-0,1	0,0	1,8	10,5	13,1	9,2	4,5	1,2	-0,4	0,0	3,9
Наиб.	1,3	1,0	0,9	9,0	14,7	17,7	19,4	15,9	11,4	7,4	4,7	2,0	7,4
На глубине 0,40 м													
Средн.	1,4	1,1	1,0	1,9	7,6	11,7	13,8	12,7	9,5	5,8	3,2	2,0	6,0
Наим.	0,6	0,3	0,2	0,2	1,8	8,2	11,1	9,6	6,0	2,4	1,2	0,7	4,0
Наиб.	2,2	1,7	2,7	5,5	11,6	14,7	16,6	14,8	11,3	7,8	5,0	2,9	7,2
На глубине 0,80 м													
Средн.	3,0	2,5	2,2	2,2	5,2	8,5	10,9	11,3	9,9	7,5	5,3	3,8	6,0
Наим.	2,0	1,7	1,5	1,3	1,4	5,2	8,0	8,9	7,3	4,4	3,0	2,2	4,1
Наиб.	4,1	3,4	2,9	3,7	7,4	10,1	12,5	13,0	11,4	9,1	7,0	5,0	7,1

Продолжение приложения Ж.5

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
На глубине 1,60 м													
Средн.	5,2	4,6	4,1	3,8	4,0	5,3	6,9	8,1	8,5	8,1	7,1	6,1	6,0
Наим.	3,8	3,3	3,0	2,6	2,5	3,3	4,7	6,2	6,7	5,9	4,9	4,0	4,2
Наиб.	6,3	5,6	5,0	4,5	4,9	6,3	7,9	9,1	9,5	9,3	8,4	7,3	6,9
На глубине 3,20 м													
Средн.	6,4	6,2	6,0	5,7	5,5	5,4	5,5	5,8	6,2	6,5	6,7	6,6	6,0
Наим.	4,8	4,7	4,6	4,4	4,3	4,1	4,1	4,3	4,6	4,9	5,0	4,9	4,6
Наиб.	7,3	7,2	7,0	6,8	6,6	6,5	6,6	6,8	7,1	7,5	7,6	7,7	7,1

Приложение Ж.6 – Промерзание торфяной залежи, см (на конец месяца: средние многолетние, наибольшие и наименьшие)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
БСБрусовица(1956-2003,2005-2014 гг.)													
Микроландшафт: грядово-мочажинный с открытой водной поверхностью. Микрорельеф: гряда													
Средн.	21	27	28	23	-	-	-	-	-	7	11	16	20
Наим.	6	10	7	1	-	-	-	-	-	0	1	3	8
Наиб.	54	60	62	56	(43)	(55)	(8)	-	-	19	24	42	35
Микрорельеф: мочажина													
Средн.	32	36	41	26	-	-	-	-	-	8	15	22	27
Наим.	10	12	8	1	-	-	-	-	-	2	3	4	10
Наиб.	66	76	80	84	(20)	-	-	-	-	17	29	58	50
ЗеленогорскаяБС (1950-2013 гг.)													
Микроландшафт: сфагново-кустарничково-пушицево-сосновый со сфагново-пушицевыми понижениями. Микрорельеф: гряда													
Средн.	14	15	14	7	-	-	-	-	-	-	8	11	11
Наим.	1	6	2	1	-	-	-	-	-	-	1	1	5
Наиб.	31	29	32	17	(9)	-	-	-	-	(16)	29	29	20
Микрорельеф: мочажина													
Средн.	8	9	8	-	-	-	-	-	-	-	4	7	6
Наим.	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1
Наиб.	26	25	28	(8)	-	-	-	-	-	(10)	23	28	15
Микроландшафт: сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной													
Микрорельеф: гряда (1989-2013 гг.)													
Средн.	14	13	11	4	-	-	-	-	-	-	9	11	10
Наим.	6	3	3	0	-	-	-	-	-	-	3	1	6
Наиб.	28	25	22	13	-	-	-	-	-	(8)	30	29	17
Микрорельеф: мочажина													
Средн.	10	10	8	-	-	-	-	-	-	-	6	9	8
Наим.	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	0	1	3
Наиб.	24	23	22	(10)	-	-	-	-	-	(7)	21	25	13

Примечание:() – значение за неполный месяц

Приложение Ж.7 – Параметры и расчетные значения годового слоя стока водотоков (мм)

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока				Годовой слой стока (мм) различной вероятности превышения (%)											
		период наблюдений	число лет	Средний многолетний слой стока, мм	Максимальный слой, мм	год	Минимальный слой, мм	год	1	5	10	25	50	75	90	95	97	99	
Зеленогорская БС (1950-2013 гг.)																			
руч. Южный	1,18	1950-2013	63	398	1093	1981	160	1973	730	617	590	474	387	310	251	219	204	164	
руч. Западный	0,32	1953-2013	60	372	652	2008	128	1973	650	566	538	449	370	293	219	184	148	110	
руч. Северный	0,37	1953-2013	60	308	614	1983	111	1960	612	506	461	373	295	229	177	149	126	104	
БСБрусовица (1963-1968, 1972-2014 гг.)																			
р. Черная-7,6 км от устья	8,90	1963-1968; 1971-2014	48	279	542	1998	110	2001	559	461	412	339	267	206	159	132	117	91,2	

Приложение Ж.8 – Внутригодовое распределение стока по месяцам и сезонам (в процентах от годового) методом среднего распределения стока за годы характерных градаций водности

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Расчетный период	Водность года	Месячный сток												Сезонный сток			
				IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	весна (IV-VI)	лето-осень (VII-XI)	Зима (XII-III)	
Зеленогорская БС																			
руч. Южный	1,18	1950-2013	Очень многоводный (<16.7%)	33,5	7,8	2,2	3,2	6,2	12,9	12,0	10,0	6,2	3,5	1,2	1,2	43,6	44,3	12,1	
			Многоводный (<33.3%)	33,1	6,2	2,2	2,1	4,6	7,4	11,2	9,3	5,9	3,6	7,7	6,7	34,5	24,0		
			Средний (33.3%≤66.7%)	30,8	13,0	2,1	2,7	3,6	5,1	12,3	12,4	5,8	4,9	3,1	4,4	45,9	35,9	18,2	
			Маловодный (66.7%≤83.3%)	39,7	12,9	1,8	0,7	2,0	2,9	10,1	14,8	8,1	2,5	1,5	3,1	54,3	30,5	15,2	
			Очень маловодный (≥83.3%)	51,5	8,3	0,6	0,5	0,6	2,5	3,7	6,4	10,4	7,1	4,2	4,2	60,5	13,7	25,8	
БСБрусовица																			
р. Черная-7,6 км от устья	8,90	1963-1968;1971-2014	Очень многоводный (<16.7%)	23,3	25,8	6,4	6,4	9,2	8,4	9,5	7,1	2,2	1,0	0,4	0,2	55,6	40,6	3,8	
			Многоводный (<33.3%)	19,0	36,8	7,3	3,8	3,1	7,5	9,3	6,7	4,5	4,5	1,0	0,4	0,6	63,0	30,4	6,6
			Средний (33.3%≤66.7%)	21,9	35,7	6,6	1,3	2,1	4,5	12,1	11,3	3,1	3,1	0,9	0,3	0,1	64,2	31,3	4,5
			Маловодный (66.7%≤83.3%)	36,9	37,6	6,8	2,4	1,2	1,5	6,0	4,3	1,7	0,7	0,4	0,7	81,2	15,3	3,5	
			Очень маловодный (≥83.3%)	38,6	42,3	5,6	1,7	0,6	1,2	3,1	3,6	2,1	0,6	0,2	0,4	86,5	10,2	3,3	

Приложение Ж.9 – Параметры и расчетные значения максимальных расходов воды весеннего половодья

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока					Максимальный расход воды весеннего половодья (л/с) различной вероятности превышения (%)					
		наблюдений	число лет	средний многолетний расход, л/с	наибольший расход, л/с	год	наименьший расход, л/с	год	1	3	5	10	25	
Зеленогорская БС (1950-2013 гг.)														
руч. Южный	1,18	1950-2013	63	15,5	1250	1966	77,0	2007	1339	1050	935	738	507	
руч. Западный 1	0,32	1953-2013	60	3,0	99,0	1965	12,5	1974	121	107	100	89,5	72,6	
руч. Западный 2	0,32	1955-2013	58	0,8	50,1	1956	2,1	2007	201	169	154	132	99,4	
руч. Северный	0,37	1953-2013	60	3,7	226	1957	14,0	2007	201	169	154	132	99,4	
БС Брусовица (1963-1968, 1972-2014 гг.)														
р. Черная-7.6 км от устья	8,90	1963-1968; 1971-2014	48	78,5	4540	1979	503	1967	4800	3860	3390	2800	2000	

Приложение Ж.10 – Параметры и расчетные значения максимальных слоев стока весеннего половодья

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока				Максимальный слой стока весеннего половодья (мм) различной вероятности превышения (%)						
		период наблюдений	число лет	средний многолетний слой стока, мм	наибольший слой стока, мм	год	наименьший слой стока, мм	год	1	3	5	10	25	
Зеленогорская БС (1950-2013 гг.)														
руч. Южный	1,18	1950-2013	63	156	614	1981	55,1	2007	390	334	308	270	216	
руч. Западный 1	0,32	1953-2013	60	111	171	1984	52,9	1973	237	216	206	191	167	
руч. Западный 2	0,32	1955-2013	58	29	121	1955	11,6	2007						
руч. Северный	0,37	1953-2013	60	94	169	1984	35,9	2000; 2007	269	239	225	204	171	
БС Брусовица (1963-1968, 1972-2003, 2005-2014 гг.)														
р. Черная-7.6 км от устья	8,90	1963-1968; 1971-2014	48	145	277	1994	95	1987	276	243	227	205	173	

Приложение Ж.11 – Расчетные значения максимальных расходов воды и слоев стока дождевых паводков

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, мБС	Период наблюдений	Максимальный расход воды (л/с) / слой стока (мм) различной вероятности превышения(%)					
				0,1	1	3	5	10	25
Зеленогорская БС (1950-2013 гг.)									
руч. Южный	1,18	52.8	1950-2013	$\frac{383}{178}$	$\frac{297}{145}$	$\frac{248}{125}$	$\frac{224}{115}$	$\frac{188}{99,3}$	$\frac{136}{75,7}$
руч. Западный 1	0,32	54.9	1953-2013	$\frac{116}{135}$	$\frac{75,4}{107}$	$\frac{57,5}{92}$	$\frac{48,6}{85}$	$\frac{36,5}{74}$	$\frac{22,5}{56}$
руч. Западный 2	0,32	54.9	1956-2013	$\frac{31,3}{76}$	$\frac{21,3}{46}$	$\frac{16,7}{33}$	$\frac{14,4}{27}$	$\frac{11,4}{19}$	$\frac{7,90}{10}$
руч. Северный	0,37	55.1	1953-2013	$\frac{133}{161}$	$\frac{96,4}{129}$	$\frac{77,2}{112}$	$\frac{68,3}{103}$	$\frac{55,3}{89,8}$	$\frac{37,2}{68,2}$
БС Брусовица (1963-1968, 1972-2003, 2005-2014 гг.)									
р. Черная-7,6 км от устья	8,90	57.0	1963-1968; 1972-2003; 2005-2014	$\frac{3320}{94}$	$\frac{2040}{75}$	$\frac{1460}{64}$	$\frac{1180}{59}$	$\frac{838}{51}$	$\frac{459}{38}$

Приложение Ж.12 – Параметры и расчетные значения минимальных 30-ти суточных расходов воды за летне-осенний период

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока			Минимальный 30-ти суточный расход воды за летне-осенний период (л/с) различной вероятности превышения (%)			
		период наблюдений	число лет	средний многолетний, л/с	наименьший, л/с	год	75	80	90	95
Зеленогорская БС (1950-2013 гг.)										
руч. Южный	1,18	1950-2013	63	0,81	0		0	0	0	0
руч. Западный 1	0,32	1953-2013	60	0,48	0					
руч. Западный 2	0,32	1955-2013	58	0,08	0		0,18	0,13	0,06	0,00
руч. Северный	0,37	1953-2013	60	0,12	0		0	0	0	0
БСБрусовица (1963-1968,1972-2003,2005-2014 гг.)										
р. Черная-7,6 км от устья	8,90	1963-1968; 1971-2014	50	9,54	0		0,64	0,51	0,00	0,00

Приложение Ж.13 – Параметры и расчетные значения минимальных 30-ти суточных расходов воды за зимний период

Водоток	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений		Характерные значения стока			Минимальный 30-ти суточный расход воды за зимний период (л/с) различной вероятности превышения (%)			
		период наблюдений	число лет	средний многолетний, л/с	наименьший, л/с	ГОД	75	80	90	95
Зеленогорская БС (1950-2013 гг.)										
руч. Южный	1,18	1950-2013	63	1,80	0	1960;1973	0,51	0,38	0,13	0,00
руч. Западный 1	0,32	1953-2013	60	0,65	0	1996;2003	0,43	0,35	0,17	0,06
руч. Западный 2	0,32	1955-2013	58	0,20	0	1960; 1968; 1973; 1979; 1994;2003;2011				
руч. Северный	0,37	1953-2013	60	0,30	0		0,02	0,00	0,00	0,00
БСБрусовица (1963-1968,1972-2003,2005-2014 гг.)										
р. Черная-7,6 км от устья	8,90	1963-1968; 1971-2014	50	1,84	0	1966;1991;1993;2000	0,13	0,00	0,00	0,00