

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра геоэкологии

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ
Заведующий кафедрой
канд. геогр. наук, доцент
С.И. Ларин

22.06 2016 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ДИНАМИКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА МОДЕЛЬНОГО
ВОДОСБОРА ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ТЮМЕНСКОГО РЕГИОНА

05.04.06 Экология и природопользование

Магистерская программа «Геоэкологические основы устойчивого
водопользования»

Выполнил работу
Студент 2 курса
очной формы обучения


(Подпись)

Васильева
Екатерина
Юрьевна

Научный руководитель
к.ф.н., доцент


(Подпись)

Вавер
Ольга
Юрьевна

Рецензент
к.г.н., доцент,
гл.научн.сотрудник
НЛ "ГЭИ" НВГУ


(Подпись)

Коркин
Сергей
Евгеньевич

Тюмень 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ..... | 7 |
| 1.2 Методы изучения гидрологического режима рек..... | 12 |
| 1.3 Ландшафтно-гидрологический метод расчета стока с территории водосбора реки... | 17 |
| Выводы..... | 19 |
| ГЛАВА 2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 21 |
| 2.1 Общая характеристика подтаежной зоны Тюменской области | 21 |
| 2.2 Физико-географическая характеристика водосбора реки Барсук..... | 25 |
| 2.2.1 Географическое положение, геология и рельеф | 25 |
| 2.2.2 Климат | 27 |
| 2.2.3 Гидрологический режим..... | 29 |
| 2.2.4 Почвенный и растительный покров | 31 |
| Выводы..... | 33 |
| ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | 34 |
| 3.1 Характеристики водосбора реки Барсук по данным 1991 года..... | 34 |
| 3.2 Характеристики водосбора реки Барсук по авторским данным (2011-2016 гг.) | 40 |
| 3.3 Динамика гидрологического режима модельного водосбора подтаежной зоны Тюменского региона | 51 |
| Выводы..... | 54 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 55 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 56 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Землепользование в границах водосбора реки Барсук..... | 59 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б Почвы в границах водосбора реки Барсук | 60 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В Уклоны в границах водосбора реки Барсук..... | 61 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г Стокоформирующие комплексы в границах водосбора реки Барсук | 62 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д..... | 64 |
| Таблица Д.1 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2012г..... | 64 |
| Таблица Д.2 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2013г..... | 64 |
| Таблица Д.3 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2014г..... | 64 |
| Таблица Д.4 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2015г..... | 64 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е | 65 |
| Таблица Е.1 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2012 году..... | 65 |

| | |
|--|----|
| Таблица Е.2 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2013 году..... | 65 |
| Таблица Е.3 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2014 году..... | 65 |
| Таблица Е.4 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2015 году..... | 65 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ж | 66 |
| Таблица Ж.1 Химический анализ вод реки Барсук (с. Озерное) | 66 |
| Таблица Ж.2 Химический анализ вод реки Барсук на содержание металлов (с. Озерное) | 67 |

АННОТАЦИЯ

Важность изучения гидрологического режима малых рек является в ряде их особенностей. Малые реки широко распространены и являются основой гидрографической сети, питающие средние и крупные реки.

В магистерской диссертации проанализированы методы изучения гидрологического режима рек, из которых выбран наиболее подходящий для нашего объекта – ландшафтно-гидрологический метод.

Дана физико-географическая характеристика подтаежной зоны Тюменской области и водосбора реки Барсук – являющейся объектом исследования территории. Выделены общие характеристики, подтверждающие модельность водосбора реки Барсук для данной территории.

Проведенные полевые и камеральные работы по составлению серии тематических карт и расчету стока реки, так же дана характеристика реки по химическому составу.

На основе полученных данных дана оценка динамики гидрологического режима модельного водосбора подтаежной зоны Тюменского региона.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость и важность изучения условий формирования малых рек и изменения их гидрологического режима обусловлена рядом их особенностей. Эти реки необычайно уязвимы из-за тесной связи формирования их стока с ландшафтом бассейна и постоянно увеличивающимися антропогенными нагрузками на него. Но данные реки широко распространены, являются основой гидрографической сети. Они питают средние и большие реки. На них оказывается влияние хозяйственной деятельности человека, под натиском которого малые реки испытывают засорение, загрязнение и истощение водных ресурсов. Это ведет к тому, что подобные состояния распространяются и на более крупные реки.

В настоящее время во многих регионах страны с малыми реками сложилась катастрофическая ситуация. Некоторые из них, как реки в общепринятом смысле этого слова, перестали существовать. Разработано большое количество правовых актов, регулирующих степень использования и охрану малых рек, при этом состояние их с каждым годом все еще изменяется в худшую сторону. Особенность малых рек требует разработок новых и усовершенствование существующих методов оценки и прогноза стока, оценок минимально допустимого расхода и т.д. (Дубровская, 2001).

В связи с изменением социально-экономической обстановки в стране характер и динамика антропогенного влияния на малые реки могут быть существенно перераспределены. Это вызывает необходимость постоянного и непрерывного отслеживания и изучения процесса для выработки мероприятий, препятствующих развитию негативных явлений, что и доказывает актуальность выбранной темы.

Целью данной работы является оценка динамики гидрологического режима модельного водосбора подтаежной зоны Тюменского региона.

Для достижения вышеуказанной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. На основе литературных источников изучить понятие гидрологического режима и факторы его изменения, а также ознакомиться с методами изучения гидрологического режима рек.
2. Дать физико-географическую характеристику подтаежной зоны и выявить особенности гидрологического режима рек, определить признаки модельного водотока.
3. Провести полевое и экспедиционное изучение выбранного водотока – реки Барсук.
4. На примере модельного водотока проанализировать динамику гидрологического режима и выделить основные факторы, влияющие на него.

Объектом исследования является река Барсук, которая выбрана как модельный водоток для подтаежной зоны Тюменского региона. **Предмет** исследования – динамика гидрологического режима реки Барсук.

Магистерская диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения. Общий объем работы составляет 65 страниц, содержит 8 рисунков, 12 таблиц, 44 источника литературы, имеется 7 приложений.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Гидрологический режим и факторы его изменения

Гидрологический режим – совокупность закономерно повторяющихся изменений гидрологического состояния водного объекта.

Гидрологический режим водного объекта описывается рядом гидрологических характеристик. Они делятся на группы:

1. Характеристики водного режима: уровень воды (м абс. или см над 0 гидрологического поста), скорость течения (м/с), расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$), сток воды за интервал времени (м^3 , км^3), уклон водной поверхности (величина безразмерная) и т.д. Большинство этих характеристик может быть отнесено не только к водотокам и водоёмам, но и к особым водным объектам – ледникам, подземным водам.
2. Характеристики термического режима: температура воды, снега, льда ($^{\circ}\text{C}$), тепло-содержание водного объекта или тепловой сток за интервал времени (Дж). Характеристики ледового режима: сроки наступления и окончания различных фаз ледового режима (замерзания, ледостава, таяния, вскрытия, очищения ото льда), толщина ледяного покрова, сплоченность льдов и т.д.
3. Характеристики режима наносов: содержание (концентрация) в воде взвешенных наносов или мутность воды ($\text{г}/\text{м}^3$, $\text{кг}/\text{м}^3$), расход наносов ($\text{кг}/\text{с}$), распределение наносов по фракциям (крупности) и т.д.
4. Характеристики формы и размера водного объекта: его площадь (м^2 , км^2), длина (м, км), ширина (м, км), глубина (м), объём воды в объекте (м^3 , км^3) и т.д.

Еще одну группу составляют не менее важные гидрохимические характеристики – минерализация воды ($\text{мг}/\text{л}$) или её солёность ($\text{г}/\text{кг}$ или ‰), содержание отдельных ионов солей, газов, загрязняющих веществ; гидрофизические – плотность воды ($\text{кг}/\text{м}^3$), вязкость воды и др.; гидробиологические – состав и численность водных организмов ($\text{экз}/\text{м}^2$) и величину биомассы ($\text{г}/\text{м}^3$, $\text{г}/\text{м}^2$) (Михайлов и др, 2007).

Сумма гидрологических характеристик водного объекта в данном месте и в данный момент времени определяет гидрологическую характеристику этого водного объекта.

Гидрологическая характеристика зависит от большого количества факторов и обуславливается характером процессов, которые происходят в самом водном объекте, его связью с другими водными объектами, атмосферой, литосферой, влиянием хозяйственной деятельности человека. Сложность и многофакторность этих процессов и связей и нехватка знаний их природы мы часто должны подходить к оценке гидрологического состояния

водного объекта как событию, которое склонно случайным изменениям, которые поддаются вероятностным законам и статистическому анализу.

При многолетних наблюдениях за любым водным объектом определяются некоторые закономерности в изменениях его гидрологического состояния, например, в течение года. Совокупность закономерно повторяющихся изменений гидрологического состояния водного объекта – это и есть его гидрологический режим. Например, аналогом гидрологического режима в применении к атмосфере можно считать климат.

Таким образом, суть понятия «гидрологический режим водных объектов» – изменения гидрологических характеристик в пространстве и во времени. Изменение гидрологических характеристик в пространстве - их изменение от места к месту (вдоль, поперёк или по глубине реки, вдоль или по глубине моря или озера и т.д.), от одного водного объекта к другому (Михайлов и др., 2007).

Изменение гидрологических характеристик во времени (временная изменчивость) может быть разных масштабов. Выделяют изменчивость вековую (с интервалами времени или периодами, исчисляемыми веками); многолетнюю (периоды колебаний – от нескольких лет до многих десятков лет), внутригодовую, или сезонную (изменения в течение года), кратковременную, имеющую период в несколько суток (например, колебания синоптического масштаба с периодом 3-10 дней), сутки (суточная или внутрисуточная изменчивость), минуты и секунды. Главные причины вековой и многолетней изменчивости гидрологических характеристик – долгопериодные изменения климата, а также воздействие хозяйственной деятельности человека. Основные причины внутригодовых (сезонных) изменений – смена сезонов года; колебаний синоптического масштаба – процессы в атмосфере (перемещение циклонов, антициклонов и атмосферных фронтов), изменчивости суточного масштаба – вращение Земли вокруг оси и сопутствующие ему смена дня и ночи и приливы.

Гидрологический режим водного объекта – хотя и закономерное, но всё же лишь внешнее изображение некоторых более сложных процессов, характерных водному объекту, или определенных его связей с другими водными объектами, атмосферой, литосферой. Наблюдая за уровнем или расходом воды в реке, например, и обнаруживая закономерности их изменений, т. е. изучая их режим, мы пока оставляем в стороне причины данных изменений. Для того чтобы обнаружить эти изменения, нужно изучить некоторые как внутренние, так и внешние процессы, которые влияют на режим водного объекта. Поэтому гидрологи изучают не только гидрологический режим водных объектов, но и гидрологические процессы, под которыми понимается совокупность физических, химических и

биологических процессов, устанавливающих закономерности формирования гидрологического состояния и режима водного объекта (Михайлов и др., 2007).

В нашей работе мы будем анализировать как изменился гидрологический режим реки в 20-летний период, а именно как изменился весенний и годовой сток реки и что повлияло на его изменение.

Как отмечено в работе Давыдова Л.К «Общая гидрология», сток возникает вследствие выпадения дождей или таяния снега и льда в горах. В том и другом случае часть воды, поступившей на поверхность земли, расходуется в первую очередь на заполнение отрицательных форм микрорельефа и на впитывание в почву. Только после заполнения отдельных углублений и притом после того момента, как интенсивность дождя или таяния снега и льда станет превосходить интенсивность инфильтрации, возникает сток.

Вода стекает по поверхности земли обычно не непрерывным слоем, а в виде отдельных тонких струй или ручейков, сливающихся вместе, достигают русел сначала временных водотоков, а затем создают постоянные потоки, которые несут свои воды в сформировавшемся русле. Сток, протекающий по поверхности земли, называется поверхностным или склоновым стоком. Сток, протекающий по русловой сети водосбора, называется русловым или речным стоком.

В некоторых местах, поверхностный сток небольшой, а иногда и отсутствует совсем. Большинство дождевых и снеговых вод стекает другими путями. Проходя через почву, эти воды расширяют запасы почвенных и грунтовых вод и попадают в речную сеть подземным путем в виде почвенно-грунтового стока из зоны аэрации и собственно грунтового из более глубоких водоносных горизонтов. На основе этого выделяется почвенный (подповерхностный) сток и подземный (грунтовой) сток. Речной сток является итоговым поверхностным и подземным стоком.

Суммарный речной сток делят на две части: на поверхностный (паводочный) и подземный сток. Последний является наиболее устойчивым (Давыдов и др., 1973).

Сток это сложный природный процесс, определенный воздействием комплекса физико-географических факторов и хозяйственной деятельности.

Основными факторами стока, обуславливающим его развитие, являются климатические. На общем фоне воздействия климата на формирование стока и его величину проявляется влияние других, не климатических факторов. Влияние их тем заметнее, чем меньше размеры бассейна и чем короче период, за который рассматривается это влияние.

Климат воздействует на сток не только напрямую, но и через другие природные факторы: почву, растительность, рельеф.

Действие разных природных факторов выражается по-разному. Одни из них помогают стеканию атмосферных осадков по земной поверхности, другие тормозят сток или совсем исключают допустимость его образования. Одним факторам, а также их взаимодействию между собой принадлежит главная роль в процессе формирования речного стока, другим — второстепенная (см. рисунок 1.1).

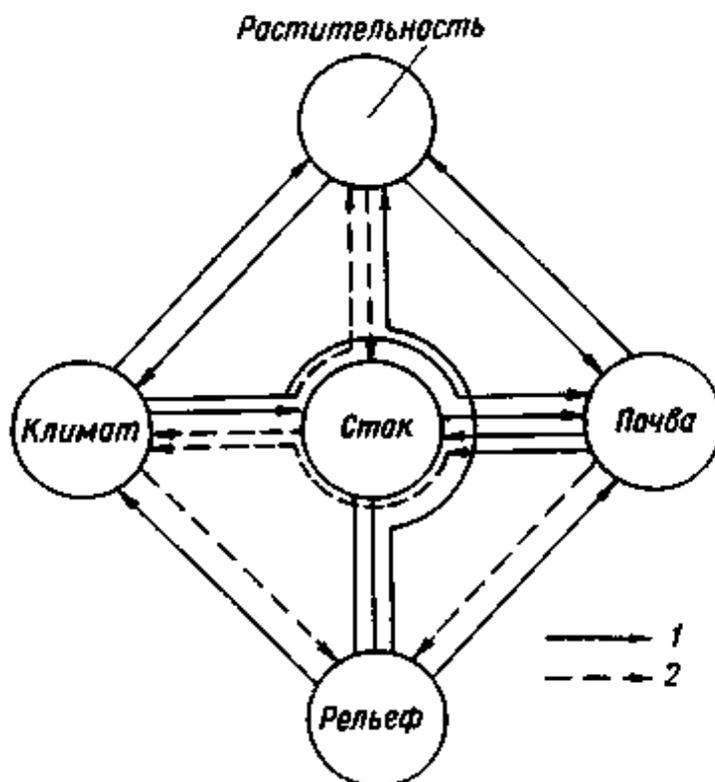


Рисунок 1.1— Схема взаимосвязи речного стока с основными физико-географическими факторами (по М.И. Львовичу):

1 — важные воздействия, 2 — второстепенные воздействия.

В границах каждой зоны или гидрологического района реки имеют общие черты водного режима, определенные общими условиями формирования стока. Эта общность выражается в закономерном чередовании периодов повышенной и пониженной водности внутри года, которые называются фазы водного режима. Некоторые реки, протекающие в границах данной зоны, могут значительно различаться по режиму, что обусловлено особенностями речного бассейна, являющимися аazonальными (Важнов, 1976).

К числу аazonальных факторов относятся: рельеф бассейна, геологическое строение, степень облесенности, озерность и заболоченность. Большое влияние оказывает также размер бассейна, его форма, а в горах — ориентация склонов по отношению к сторонам горизонта и влагоносным воздушным потокам. Влияние всех этих факторов отражается на

режиме по разному: с одной стороны они изменяют климатические условия — осадки, температуру воздуха, испарение, а с другой стороны, влияют на добегание воды со склонов в русла и потери на инфильтрацию.

Почвенного покрова оказывает влияние на сток через процессы инфильтрации и испарения. В зависимости от совмещения тех или иных водно-физических свойств почв при данных особенностях климата увеличивается или уменьшается то количество влаги, задерживаемое в верхнем слое почв и почво-грунтов зоны аэрации и, как следствие, может быть израсходовано в дальнейшем на испарение и транспирацию растениями. Такими же условиями обуславливается и то количество влаги, которое выходит за пределы активного слоя почв и расходуется на пополнение запасов грунтовых вод, участвуя далее в питании рек этими водами.

Прямое воздействие растительности на сток небольшое. Оно характеризуется увеличением шероховатости земной поверхности, в связи с этим наблюдается замедление стекания воды по поверхности земли и возрастает вероятность инфильтрации влаги в почву. В большей мере выражается влияние растительности, в особенности леса, на просачивание, испарение, отчасти осадки.

Велико влияние антропогенной деятельности на водосборе реки. Перемены происходят в результате агротехнических, лесомелиоративных и гидромелиоративных мероприятий, включающие в себя обработку земли, посадку или вырубку лесов, орошение и обводнение в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения, осушения болот. Эти мероприятия способствуют медленному и как бы стихийному изменению гидрологического режима.

Распашка земель обуславливает замедление склонового стекания талой снеговой воды, возрастание инфильтрации и испарения. Особенно сильно сказывается влияние зяблевой вспашки поперек склона. Борозды в этом случае играют роль малых запруд, которые задерживают воду.

В результате обработки материалов наблюдений над стеканием талой воды на воднобалансовых площадках и малых водосборах, выполненной ГГИ за ряд лет, обнаружено, что обычная зяблевая пахота (до глубины 25 см) уменьшает весенний склоновый сток в лесной зоне на 10-35%, в лесостепной — на 25-40% и в степной — на 30-60%. Большой диапазон для каждой зоны объясняется различиями в уклонах и характере почв.

При более глубокой вспашке (до 40 см) склоновый сток уменьшается еще на 50%, а при уклонах менее 10% в годы низкой и средней водности практически прекращается. Соответственно увеличивается содержание влаги в почве.

В лесной зоне происходит переход поверхностного стока в подземный, этому способствует небольшая глубина промерзания и большая скважность почв. Выращивание полезных лесных полос в степной зоне, как показали исследования, хорошо сказывается на водном балансе не только самих облесенных участков, но и межполосных полей. Из-за большого накапливания снега и медленном его таянии, в почве запасается большое количество влаги.

1.2 Методы изучения гидрологического режима рек

Из предыдущей главы мы видим, что влияние антропогенной деятельности на процесс гидрологического цикла велико. Для оценки этого влияния в настоящее время разработано большое количество методов и способов.

Данные методы разделены на несколько групп:

- воднобалансовые;
- статистические;
- математического моделирования;
- физического моделирования;
- активного эксперимента.

Статистические методы основаны на материалах стандартных гидрометрических наблюдений. Данный метод применяется в следующих случаях:

- при оценке влияния антропогенной деятельности при наличии одного ряда наблюдений как до, так и после антропогенного вмешательства;
- использования бассейна-аналога;
- использование связей с метеорологическими факторами;
- применение территориальных корреляционных зависимостей от нескольких факторов (Калинин и др, 1998).

При длительном ряде наблюдения, его можно проверить на статистическую однородность. В данном случае используют различные статистические критерии: Стьюдента, Фишера, Вилкоксона. Применение таких критериев дает надежный результат при явном наличии антропогенного влияния. Так же по этим данным можно построить хронологическую интегральную кривую изучаемой величины. Если есть антропогенное влияние, то в интегральной кривой в определенном месте будет наблюдаться резкий перегиб. По этой кривой возможно так же получить исследуемую гидрологическую величину в нарушенном состоянии.

Для оценки первоначального влияния хозяйственной деятельности с использованием многолетнего ряда наблюдений может быть применен метод линейного тренда, который рассчитывается по уравнению 1.1:

$$Y_t = Y + \alpha(t - t_0), \quad (1.1)$$

где Y_t – значение величины в момент времени t ; Y – среднее значение за рассматриваемый период наблюдений; t_0 – порядковый номер срединного члена ряда, t – порядковый номер членов ряда; α – угловой коэффициент связи, отражающий наклон линии.

Данные приемы статистического анализа одного ряда какого-либо гидрометеорологической величины не могут считаться достаточно надежными. Возможно допустить грубую ошибку в оценке воздействия антропогенной деятельности на элементы гидрологического цикла при коротких рядах наблюдений (Калинин и др., 1998).

Более надежным считается метод аналогов. Данный метод заключается в восстановлении гидрологических характеристик водосбора, режим которого нарушен хозяйственной деятельностью, по данным одного или нескольких аналогов, которые находятся в одинаковых физико-географических условиях и имеют естественный режим. На основе парной корреляции гидрологической характеристики исследуемого водосбора с аналогом, оценивается влияние антропогенных факторов. С помощью этих связей можно установить начало влияния, его мощность и восстановить значение элемента гидрологического цикла. Данный метод показывает более надежные результаты по сравнению с предыдущим, но его недостаток заключается в сложности подбора реки аналога, так как выдвигается ряд требований, таких как географическая близость, сходство климатических и почвенных условий, близкая степень залесенности, заболоченности.

Связи с метеорологическими факторами данной гидрологической величины исследуемого водосбора так же позволяет выявить антропогенное влияние. В этом случае могут использоваться простые зависимости самих величин и их интегральные характеристики. По этим графикам так же можно определить начало влияния и восстановить ненарушенный режим.

К примеру, для оценки антропогенного влияния на речной сток используются связи с осадками. Коэффициент корреляции, в этом случае, должен быть не менее 0,8-0,9. Такие связи характерны для лесной зоны. В аридных и полуаридных районах связи слабые, поэтому нужно использовать связь с несколькими метеорологическими факторами.

Сток весеннего половодья связывают со снегозапасами, увлажнением водосбора, дефицитом влажности и температурой воздуха. В своей работе «Влияние хозяйственной деятельности на речной сток» Шикломанов И.А. рекомендует следующую методику для оценки влияния антропогенной деятельности на весенний сток для зон степи и лесостепи. Расчет производится по следующей формуле 1.2:

$$\Delta Y = \bar{Y}_{ест} \left(\Delta S \frac{\bar{S}_2}{\bar{S}_1} + \Delta P_{ос} \frac{\bar{P}_{2ос}}{\bar{P}_{1ос}} + \Delta D \frac{\bar{D}_1}{\bar{D}_2} \right) - \bar{Y}_{наб}, \quad (1.2)$$

где: ΔY – изменение стока под влиянием хозяйственной деятельности; $\bar{Y}_{ест}$ – среднее значение стока за естественный период, $\bar{Y}_{наб}$ – среднее значение стока за нарушенный период; $\bar{S}_1, \bar{P}_{1ос}, \bar{D}_1$ – снегозапасы, осадки и дефицит влажности воздуха за период снеготаяния при ненарушенном стоке; $\bar{S}_2, \bar{P}_{2ос}, \bar{D}_2$ – снегозапасы, осадки и дефицит влажности воздуха за период нарушенного стока.

Значение $\Delta S, \Delta P_{ос}, \Delta D$ определяется по формуле 1.3:

$$\Delta j = \frac{r_{yj} a_j \sigma_j}{R^2}, \quad (1.3)$$

где: r_{yj} – парный коэффициент корреляции между стоком и переменной j ; a_j – коэффициенты регрессии в зависимости стока от метеоэлементов; $\sigma_j \sigma_y$ – средние квадратические отклонения переменных от их средних значений; R – множественный коэффициент корреляции.

Данный метод оценки антропогенного влияния на гидрологический цикл может применяться при отсутствии аналогов и в качестве первого этапа анализа.

Для расчета стока рек также используются математические модели формирования стока. Моделирование – это процесс воспроизведения и изучения реально существующих объектов. Выделяют материальное (физическое, аналоговое) и идеальное (интуитивное, знаковое) моделирование. Математическое моделирование одно из видов знакового моделирования, т. к в нем исследование объекта осуществляется посредством изучения модели, выраженной уравнениями. Как отмечает Полянин В.О., применительно к речному стоку под математической моделью понимается совокупность математических и логических соотношений, которые на основе гидрометеорологической информации на водосборе дают возможность рассчитать элементы гидрологического режима. При построении математических моделей используют как общие представления о формировании стока на водо-

сборе, так и эмпирически установленные соотношения. Целью создания большинства моделей является выработка поведения природной системы в будущем, достижение которой выполняется количественным описанием основных стокообразующих процессов на водосборе путем обобщения теоретической и экспериментальной информации об этих процессах.

Выделяется два направления в моделировании речного стока: детерминистический и стохастический. Детерминистический подход основывается на создании моделей, в которых одним и тем же исходным данным будет соответствовать единственное решение, которое создается в виде пространственно-временной функции или ее одного решения. Такие модели предполагают однозначную связь между данными на входе (суточная сумма осадков) и на выходе (среднесуточный расход воды). Второй подход предполагает неоднозначную связь между входными и выходными данными. На входе таких моделей используются законы распределения вероятностей или смоделированный ряд данных. При этом выход с такой модели так же представляет собой закон распределения исследуемой величины. Стохастические модели могут выступать как самостоятельные инструменты исследования природных систем, так и в качестве вспомогательных блоков в моделях детерминистического направления (Полянин, 2003).

Широко известны модели типа «черного ящика», являющаяся наиболее простой по своей структуре и уровню описания стокообразующих факторов. В этих моделях отсутствует явное описание элементов гидрологического цикла. При выборе структуры модели практически не используются теоретические или эмпирические зависимости, отражающие реальные процессы, происходящие в природе. Речной водосбор рассматривается как система, описание которой основывается на установлении взаимосвязи между входами в систему и выхода из нее. При этом в основном применяются методы анализа рядов Вольтерра или емкостные линейные элементы.

Главные достижения данного направления связаны с разработкой линейной модели стекания воды по речному руслу или водонепроницаемому водосбору для постоянных во времени параметров гидрологической системы. Здесь построена строгая теория, позволяющая не только выбирать оптимальные методы расчета, но и оценивать надежность этих расчетов.

Модели типа «черного ящика» дают хорошие результаты решения задач коротко-срочного прогнозирования и управления в случае, если условия стекания на водосборе остаются измененными.

В настоящее время использование данного подхода в моделировании становится менее популярным, т.к. идет широкое распространение о формировании речного стока, компьютерных и спутниковых технологий (Полянин, 2003).

Еще одна из главных групп методов изучения стока рек являются воднобалансовые методы. Они основаны на изучении процессов, происходящих непосредственно на водосборах или их отдельных участках, где наблюдаются антропогенные изменения элементов гидрологического цикла. При этом рассматриваются элементы водного баланса в естественных и нарушенных условиях. Главным достоинством метода является возможность определения физической сущности происходящего антропогенного воздействия, определение роли каждого фактора и на каждую гидрологическую характеристику.

Применение метода водного баланса носит конкретный характер в зависимости от вида хозяйственной деятельности. Для оценки влияния антропогенных факторов на речной сток используется следующее уравнение 1.4:

$$\Delta Q_{хоз} = \Delta S + \Delta E, \quad (1.4)$$

где: $\Delta Q_{хоз}$ – изменение стока под влиянием хозяйственной деятельности; ΔS – изменение запасов воды в бассейне; ΔE – изменение испарения.

Основная задача в этом случае заключается в определении указанных в правой части уравнения величин по уравнению водного баланса всего водосбора или его отдельных участков в естественно и нарушенном состоянии.

Наиболее детально воднобалансовый метод используется в целях оценки влияния хозяйственной деятельности в рамках географо-гидрологического метода. Основная идея метода применительно к данной задаче заключается в определении воднобалансовых характеристик таких как осадки, испарение, поверхностного, почвенного и грунтового стока, уровня грунтовых вод, влагозапасы в почве и т.д.

Одна из определенных схем расчета в рамках географо-гидрологического метода является схема предложенная Львовичем М.И. Уравнение данного метода выглядит следующим образом (1.5):

$$R_{изм} = S_r + \frac{f_n S_n + f_{з3} S_3 + f_n S_n + f_n (Z - S_0)}{F - f_2} - V + U_0 + K_d \Delta W, \quad (1.5)$$

где: $R_{изм}$ – суммарный измененный речной сток; S_r – неизменный сток с гидрографической сетью; S_n – сток оставшийся без изменений на площади f_n не охваченный ме-

роприятиями земледелия; S_z – сток, измененный под влиянием земледелия на площади f_z ; S_p – сток, измененный другими хозяйственными мероприятиями на площади f_p ; Z – количество воды, задерживаемой лесными полосами на площади f_l ; S_o – поверхностный сток, не измененный хозяйственной деятельностью; V – количество воды, задержанной в прудах; F – площадь водосбора; U_o – неизменный подземный сток; K_u – коэффициент питания подземными водами; ΔW – изменение валового увлажнения территории (Калинин В.М и др, 1998).

Более подробно ландшафтно-гидрологический метод будет рассмотрен в следующей главе.

1.3 Ландшафтно-гидрологический метод расчета стока с территории водосбора реки

Генетический анализ относится к географическим методам исследования. В категорию генетического анализа входит анализ фактических данных, при котором учитываются происхождение и последующее развитие физического (в данном случае – гидрологического) процесса. Примером такого анализа является географо-гидрологический метод, который предложил и сформулировал Глушков В.Г в 1931-1933 гг., и получающий в настоящее время большое развитие, особенно в Сибири.

Особенность ландшафтно-гидрологического метода заключается в возможности его применения для изучения условий формирования стока вод в пределах различных частей водосбора реки, и для расчета речного стока при недостатке или отсутствии данных гидрологических наблюдений. Именно такая ситуация – ситуация нехватки или даже полного отсутствия данных регулярных наблюдений на малых реках и объясняет выбор ландшафтно-гидрологического подхода для решения вопроса оценки антропогенных преобразований качества вод на водосборах малых рек исследуемого района.

На сегодняшний день в ландшафтно-гидрологическом методе выделяется два направления, первое направление изучает неоднородность ландшафтного рисунка территории и стокоформирующих свойств ландшафта, при этом изначально предполагается, что однородные в ландшафтном отношении участки идентичны по формированию стока. Эти участки имеют название стокоформирующих комплексов, взаимосвязанным рядом которых представлен любой бассейн. Данное направление и является главным для проведения наших исследований. Главным источником информации для применения данного направления и ландшафтно-гидрологического метода в целом, служат топографические карты, космо- и аэрофотоматериалы различных масштабов, которые позволяют выделить на территориях исследуемых малых водосборов стокоформирующие комплексы.

Заметим, что понятие «стокоформирующий комплекс» (СФК), введено в науку Виногодовым Ю.Б, является концептуальным в ландшафтно-гидрологическом методе. Оно обозначает отдельные участки земной поверхности (части речного водосбора), представленные совокупностью природных компонентов, характеризующихся относительной однородностью и определяющих качественные и количественные параметры гидрологического цикла на дано территории.

Наиболее полноценной с точки зрения учета местной специфики (сильной заозёрности, заболоченности, недостатка фактических гидрометеорологических данных) является схема оценки стока, предложенная в работе В.А Калинина, С.И Ларина, И.М Романовой «Малые реки в условиях антропогенного воздействия». Данная схема применялась для расчетов стока с различных частей малых неизученных водосборов юга Тюменской области.

В основе схемы оценки стока, предложенной Калинина В.М, лежит определение стокоформирующего комплекса (СФК), под которым подразумевается часть речного водосбора, представленная совокупностью природных компонентов, характеризующаяся относительной однородностью и определяющих параметры гидрологического цикла на данной территории.

Стокоформирующие комплексы выделяются при проведении ландшафтно-гидрологического анализа, путем наложения нескольких тематических карт: карты уклонов местности, карты землепользования и почвенной карты. Методика составления карт и ландшафтно-гидрологического метода в целом подробно приведена в вышеуказанной работе.

Основными величинами в данной расчетной схеме выступают коэффициенты весеннего стока, которые вычисляются отдельно для дренированных (1.6) и гидроморфных (1.7) СФК по зависимостям:

Для дренированных СФК:

$$\eta_c = \frac{a}{\sqrt[3]{1 + (b \frac{W_{cp} - MГ}{ПВ - MГ})^{-3m}}} \quad (1.6)$$

Для заболоченных СФК:

$$\eta_6 = a \frac{a - \eta_c}{\sqrt[3]{1 + (3.7 \frac{h}{h_{кр}})^{-5}}} \quad (1.7)$$

где η_c , η_b - коэффициенты стока с дренированных и заболоченных СФК соответственно; a – параметр, характеризующий поверхностную емкость водосбора; m, b – параметры, зависящие от глубины промерзания и коэффициента фильтрации почвы; $W_{ср}$ – средняя за период снеготаяния влажность активного слоя почвы; ПВ, МГ – полная влагоемкость и гигроскопичность того же слоя; h – средний уровень грунтовых вод (УГВ) за период весеннего стока, м; $h_{кр}$ – критический УГВ, при котором прекращается их влияние на влагозапасы активного слоя почвы, м.

Большинство параметров в этой модели получают расчетным путем, опираясь на метеорологические данные ближайшей к изучаемому водосбору метеостанции. Основными данными осуществления данной водно-балансовой модели являются данные по температуре воздуха и дефициту насыщения (m, b) каждого месяца расчетного года, которые нужны для вычисления максимально возможного испарения с СФК, данные по месячным количествам осадков за каждый месяц расчетного периода, снеготаяния и влагонасыщенность снега весной, глубина промерзания почв. Кроме того, необходимо иметь большой блок данных по водно-физическим свойствам почв, которые можно получить при анализе исследований на водно-балансовых станциях, расположенных в аналогичных условиях, либо путем полевых наблюдений на изучаемом водосборе.

Зависимость стока от различных природных параметров СФК в расчетной схеме Калинина В.М была разработана на основе анализа материалов водно-балансовых стационаров Подмосковья и Кустаная, а так же Валдайской Гидрологической лаборатории.

Применение данной модели позволит рассчитать водный сток с территории водосбора исследуемого объекта, и, в итоге, проследить изменение стока реки за длительный период.

Выводы

Таким образом мы выяснили, что гидрологический режим – совокупность закономерно повторяющихся изменений гидрологического состояния водного объекта. Его можно описать множеством гидрологических характеристик, в число которых входят сток реки и ее гидрохимическое состояние. Сток – это сложный природный процесс, определенный воздействием комплекса физико-географических факторов и хозяйственной деятельности. Основными факторами стока, обуславливающими его развитие, являются климатические, но для малых водосборов так же велико значение отдельных ландшафтных единиц (стокоформирующих комплексов). Для оценки влияния факторов на сток в настоящее время разработано большое количество методов и способов, которые разделены на не-

сколько групп. В своей работе мы использовали ландшафтно-гидрологический метод, т.к он применяется для изучения условий формирования стока в пределах различных частей водосбора реки, и для расчета речного стока при недостатке или отсутствии данных гидрологических наблюдений.

ГЛАВА 2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика подтаежной зоны Тюменской области

Подтаежная зона в Тюменском регионе протягивается узкой полосой на юге лесной области. Северная ее граница проходит по широтному отрезку реки Тавды, далее опускается по долине Тобола на юг, затем идет на северо-восток, севернее озера Большой Уват. На юге данная зона переходит в лесостепи(Гвоздецкий, 1973).

Территория – плоска и пологоволнистая равнина, сложенная с поверхности озерно-аллювиальными и аллювиальными отложениями рек Тавды, Тобола, Вагая, Ишима и Иртыша. Рыхлые отложения представляют собой перемытые осадки неогенового и нижне-четвертичного возраста. Отложения представлены слоистыми озерными и озерно-аллювиальными песчано-суглинистыми фациями. Осадки самаровского перегляцианального бассейна повсеместно слагают плоскую аккумулятивно-озерную равнину, представляющая собой третью террасовую поверхность. Вторая террасовая поверхность сформирована в тазовское время (Гвоздецкий, 1973).

I и II надпойменные террасы были сформированы в позднечетвертичное время. От плоских озерно-аллювиальных террасовых поверхностей наблюдается плавный переход к террасам речных долин. Рельеф характеризуется низкими абсолютными отметками (45-85 м), плоскозападинными формами и полным разрезом четвертичных отложений при их наибольшей мощности. Молодые аллювиальные равнины плоские, местами сильно заболоченные, имеющие абсолютные отметки 50-70 м, соответствуют уровню I и II надпойменных террас зырянского возраста. Поверхность равнин часто сложена бессточными озерными котловинами, местами пересечена оврагами и долинами мелких рек. Сложены они в основном песчано-суглинистыми отложениями. В местах преобладания песчаных образований встречаются бугристые формы рельефа.

Особенностью территории подтаежной зоны является ее промежуточное положение между значительно увлажненными, но без достаточного количества тепла, таежными ландшафтами и лесостепными, обеспеченными теплом, но испытывающими в отдельные годы недостаток влаги(Гвоздецкий, 1973).

Территория характеризуется континентальным климатом, основными факторами формирования которого являются влияние континента и преобладание в умеренных широтах западного переноса воздушных масс. Термический режим зависит от проникновения в течение всего года холодного арктического воздуха на континент и выноса с юга на север прогретого континентального воздуха умеренных широт или тропического воздуха.

Свободный воздухообмен и осуществление меридиальной циркуляции, которая вносит существенные нарушения в распределение давления и вызывает особенно резкие повышения или понижения температуры, происходит за счет отсутствия защищенности с севера и юга.

Из-за континентального положения, особенностям циркуляции и характеру рельефа, климат отличается суровой зимой, иногда с сильными ветрами и метелями, весенними возвратами холодов, поздними весенними и ранними осенними заморозками.

Средняя годовая температура незначительно изменяется по территории от $0,7^{\circ}$ в Тюмени до $-0,1^{\circ}$ в Балахлее. Самым холодный месяц в году – январь, иногда февраль. В эти месяцы на территории преобладает ясная и морозная погода, которая приводит к выхолаживанию приземного слоя воздуха путем излучения. Средняя январская температура в Ярково $-18,5^{\circ}$, в Тюмени $-17,2^{\circ}$ в Викулово $-18,8^{\circ}$.

Переходные сезоны очень короткие, в особенности весна. Быстро повышаются температуры и исчезает снежный покров. Это происходит из-за усиленной адвекции воздуха в марте и апреле как по периферии западного отрога азиатского антициклона, так и из южных районов, где снег уже стоял; так же играет роль и усиленный приток солнечной радиации.

Переход через 0° происходит 11-20 апреля. Повышение температуры воздуха весной часто прерывается резкими похолоданиями, которые вызывают арктические массы воздуха. Заморозки наблюдаются до конца мая, а в отдельные годы до июля. Весна – наиболее сухое, ясное и ветреное время года. Формирование над Центральной Азией области повышенного давления способствуют выносу сухих прогретых воздушных масс из Казахстана и Средней Азии и возникновению засух и суховеев. Засушливость часто отмечается и в начале лета, не смотря на то, что основное количество осадков выпадает в теплое время года (Гвоздецкий, 1973).

Лето характеризуется большими значениями суммарной радиации. Продолжительность часов солнечного сияния в Тюмени – 2017. Характерным процессом летнего времени года является формирование масс континентального воздуха умеренных широт. Континентальный воздух на территории формируется из арктического и характеризуется значительной сухостью. Продолжительность теплого периода в среднем 110-120 дней. Сумма положительных температур выше 10° составляет 1800-1900 $^{\circ}$, а в лесостепи 1900-2030 $^{\circ}$. Средняя июльская температура изменяется по широте незначительно: Ярково - 18° , Тюмень – $17,8^{\circ}$, Викулово - 18° . На изменение температуры большее влияние оказывает характер местности.

Осенний период немного продолжительнее, чем весенний. Осень наступает рано. От октября к ноябрю температура резко понижается и появляется снежный покров. Тепло возвращается во второй декаде сентября.

Осадков на территории подтайги выпадает 350-400 мм в год. Основное их количество приходится на теплое время года (апрель-октябрь). Повторяемость обильных осадков увеличивается от зимы к лету и достигает максимума к июлю. Около половины осадков, выпадающих южнее 60°, в холодный период года приносятся арктическим циклоном. Снежный покров достигает значительной толщины (30-40 см) благодаря продолжительной зиме и отсутствию устойчивых оттепелей, которые длятся в среднем не более 4 дней подряд. Летом усиливается роль конвективных осадков. Максимум осадков теплого периода связан со временем наибольшей циклонической деятельности на арктическом и полярных фронтах при максимальном влагосодержании воздушных масс и интенсивном развитии восходящих токов над нагретой сушей. Уменьшаются осадки осенью вследствие увеличения атмосферного давления и уменьшения влагосодержания воздушных масс, в связи с общим понижением температуры (Гвоздецкий, 1973).

Плоскость рельефа и горизонтальное залегание неогеновых и четвертичных отложений предопределили малые уклоны рек, малую глубину эрозионного вреза речных долин и русел и слабое развитие гидрографической сети. Здесь протекают такие крупные реки как Тобол, Тура, Ишим, Вага, Тавда, которые принадлежат бассейну Иртыша.

Водный режим рек имеет сложный характер. В первую очередь он зависит от общего взаимодействия всех географических факторов и хозяйственно деятельности человека. Режим уровня в большинстве малых и средних рек нарушается наличием подпора, который создается большим количеством озер, основными реками, гидротехническими сооружениями и сетью осушительных систем. В летний период бурно развивается водная растительность, что так же влияет на режим рек. Озера обычно срезают пики весеннего половодья и дождевых паводков.

Все реки подтаежной зоны относятся к типу рек с весенним половодьем, которое в большинстве невысокое и растянутое. В летний-осенний период часто наблюдаются дождевые паводки. Весеннее половодье длится примерно 2-3 месяца на малых и средних реках и до 3-4 месяцев на более крупных. В отдельные многоводные годы весеннее половодье сливается с летне-осенним стоком. В зимнюю межень на некоторых реках происходит резкое снижение уровня воды. В этот период колебания уровней обычно незначительны, так как реки в этот период года питаются грунтовыми водами. Крупные реки имеют высокое и продолжительное половодье с постепенным медленным спадом уровня вплоть до зимней межени.

Весеннее половодье начинается в первой половине апреля. Пик его приходится на последнюю декаду апреля с высотой волны в среднем 1-4 метра, до 12 метров на крупных реках. Продолжительность половодья составляет 40-60 дней. Ледостав длится в среднем 160 дней. Средняя толщина льда на реках составляет 0,6 -2,0 метра, в суровые зимы доходит до 1,5 метров, а в мягкие уменьшается до 0,4-0,6 метров.

Озера это неотъемлемая часть ландшафтов данной территории. Плоская поверхность покрыта западинами и ложбинами, заполненные водой. Питание озер в большей степени происходит за счет атмосферных осадков и поверхностного весеннего стока, в меньшей грунтовыми водами. По химическому составу воды озер различны, в основном принадлежат к гидрокарбонатно-кальциевому классу. Большую часть составляют озера водораздельных поверхностей, мелководные, непроточные с плоским илистым дном. Мощность отложений илов и сапропелей достигает 0,5-1,5 метра. Большинство озер пресноводные и большим содержанием биогенных веществ. Кислородный режим в летний период благоприятный. В конце зимней межени большее количество рек склонны явлениям замора, при содержании кислорода не превышающем 1,4 мг/л (Гвоздецкий, 1973).

Основную часть растительного покрова образуют осиново-березовые леса, не редко первичного происхождения, чередующие с сосновыми лесами с примесью березы и ели, лугами и болотами. Распространение почвено-растительного покрова по территории зависит от литолого-геоморфологических условий, так же определяющих и дренирование территории. Плоские с бугристо-холмистыми эоловыми формами рельефа песчаные поверхности террас реки Тавды, Туры, Пышмы, Тобола и Вагая заняты сосновыми и осиново-березовыми травяными лесами. Высоки дренированные террасы со следами эрозийного расчленения заняты березовыми парковыми лесами, суходольными лугами и осиново-березовыми широколиственными лесами.

Плоские поверхности водораздельных равнин мало освоены гидрографической сетью и сильно заболочены. Распространены топяные низинные болота с зыбунами и грядково-мочажинные со сфагновым покровом, угнетенной сосной и кедром.

Для всех почв рассматриваемой территории характерно сильное проявление дернового процесса. На дренированных участках большинство составляют дерново-подзолистые почвы в сочетании с серыми лесными и местами, на обращенных к югу наклонных поверхностях, лугово-черноземными почвами. На слабодренированных междуречьях совмещаются луговые, серые лесные осолоделые глееватые и черноземно-луговые осолоделые почвы. Недренированные междуречья заняты торфяно-глеевыми и торфяно-перегнойно-глеевыми почвами, на окраинах болот развиты лугово-болотные и луговые почвы.

Дерново-подзолистые почвы формируются под березовыми травянистыми лесами с примесью сосны и ели. Они часто имеют второй, реликтовый, гумусовый горизонт с мощностью около 30 см.

Серые-лесные почвы характеризуются большой гумусностью и наличием признаков осолодения и оглеения. Мощность перегнойного горизонта колеблется от 30-40 см у темно-серых почв до 12-15 см у светло-серых.

Оподзоленные черноземы встречаются только на надпойменных террасах Туры и Тобола, которые имеют небольшой наклон на юг. Мощность гумусного горизонта составляет 40 см.

Черноземно-луговые почвы, расположены на слабодренированных наклонных на юг равнинах, формируются под лугами среди березовых травяных лесов паркового типа в условиях близкого залегания грунтовых вод. Мощность гумусного горизонта составляет 60 см (Гвоздецкий, 1973).

2.2 Физико-географическая характеристика водосбора реки Барсук

2.2.1 Географическое положение, геология и рельеф

Река Барсук – малая река, протекающая в Викуловском районе Тюменской области. Берет начало из болота Килейного на юго-востоке района, течет на запад и впадает в р. Ишим (в протоку - старицу) справа у с. Викулово (Лезин, 1999).

Согласно физико-географическому районированию водосбор реки относится к Соркинско - Ишимскому физико-географическому району с пологоувалистым рельефом. Основная часть территории образована равнинами, покрытыми лессовидными карбонатными суглинками на аллювиальных отложениях реки Ишим.

Рыхлые отложения представляют собой перемытые осадки неогенового и нижне-четвертичного возраста. Формирование осадков происходило в среднечетвертичное время, когда образовался обширный неглубокий подпрудный бассейн. Отложения представлены слоистыми озерными и озерно-аллювиальными песчано-суглинистыми фациями, залегающими на высотах с абсолютными отметками 80 - 120 м. Осадки самаровского перигляциального бассейна повсеместно слагают плоскую аккумулятивную озерно-аллювиальную равнину, которая представляет собой третью, наиболее древнюю террасовую поверхность. Вторая террасовая поверхность сформирована в тазовское время и не превышает абсолютных отметок 60-80 м (Гвоздецкий, 1973).

В позднечетвертичное время происходило формирование I и II надпойменных террас. От плоских озерно-аллювиальных террасовых поверхностей нижнего уровня наблюдается плавный переход к террасам речных долин. Озерно-аллювиальные осадки наряду с аллювиальными определяют литологические особенности покрова и равнинный характер поверхности этой территории. В настоящее время на данной территории (низовья Ишима) отмечаются слабые поднятия, вызванные новейшими тектоническими движениями. Поверхность равнин часто осложнена бессточными озерными котловинами, местами пересечена оврагами и долинами мелких рек. Равнины сложены преимущественно песчано-суглинистыми отложениями. В местах преобладания песчаных образований встречаются бугристые формы рельефа (Гвоздецкий, 1973)..

Сорокинско-Ишимский район расположен в долине Ишима и его придолинных частях. Пологоувалистые и плоские, местами с гривами равнины имеют абсолютные высоты с отметками 120—130 м, постепенно уменьшающимися в северном направлении. Левобережная часть с комплексом надпойменных террас представляет собой плоскую, местами слабоволнистую поверхность с гривами и лощинами, протягивающимися с юга-запада на северо-восток. Правобережная часть с пологоувалистым рельефом, постепенно выходящим в северном направлении, более расчленена овражно-балочной сетью.

Равнины, имеющие покров лёссовидных карбонатных суглинков, занимают только междуречье Ишима и Барсука.

Плоский рельеф бассейна р. Барсук нарушают мягко намеченные увалы и западины либо заболоченные, либо заполненные водой.

На протяжении 1,5 км от истока долина не выражена, склоны пологие, заболоченны. На протяжении 1 км долина имеет V-образную форму, а у с. Калинино приобретает трапециевидную форму. Склоны долины в истоке высотой 3-5 метра, по мере продвижения вниз постепенно повышаются и у с. Озерного достигают 11-12 м. До с. Калинино высота склонов достигает 15-20 м, только у восточных окраин с. Калинино достигает 25 м. До устья реки Базарихи склоны пологие, ниже умеренно крутые, а у с. Коточиги местами обрывистые. Сложены склоны суглинистыми грунтами(Калинин и др., 1998).

Пойма двухсторонняя, преимущественно высоко расположенная. Только на участках от истока, до с. Озерного, у сел Базарихи и Калинино поверхность ее непересеченная, заболоченная в присклоновой полосе. Сложена пойма песчано-илистыми грунтами, перекрытыми в присклоновой полосе отложениями торфа.

Рельеф территории является одним из важных факторов формирования стока реки Барсук. Благодаря повышению рельефа в пределах бассейна реки, увеличивается годовой сток реки и ее водность.

2.2.2 Климат

Для исследуемой территории характерен континентальным климат. Основными факторами формирования климата выступают влияние континента и преобладание в умеренных широтах западного переноса воздушных масс. Термический режим зависит от проникновения в течение всего года холодного арктического воздуха на континент и выноса с юга на север прогретого континентального воздуха умеренных широт или даже тропического воздуха. Отсутствие защищенности с севера и юга способствует свободному воздухообмену и осуществлению меридиональной циркуляции, которая вносит существенные нарушения в распределении давления и вызывает особенно резкие повышения или понижения температуры.

Благодаря континентальному положению, особенностям циркуляции и характеру рельефа, климат отличается суровой зимой, иногда с сильными ветрами и метелями, весенними возвратами холодов, поздними весенними и ранними осенними заморозками.

В целом, район обеспечен тепловыми ресурсами. Сумма положительных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ составляет 1885° . Продолжительность безморозного периода 118 дней. Продолжительность периода с температурой выше 0°C 189 дней, выше $+5^{\circ}\text{C}$ 160 дней, выше $+10^{\circ}\text{C}$ 123 дня, выше 15°C 70 дней. Средняя годовая температура составляет $0,1^{\circ}\text{C}$, средняя июльская $+18^{\circ}\text{C}$, максимальная $+38^{\circ}\text{C}$. Средняя январская температура равна $-18,9^{\circ}\text{C}$, средняя минимальная -40°C , абсолютный минимум -47°C (Владимиров и др. 1991). Годовой ход температуры воздуха по метеостанции с. Викулово изображен на рисунке 2.1 (Агрометеобюллетень..., 2007-2009).

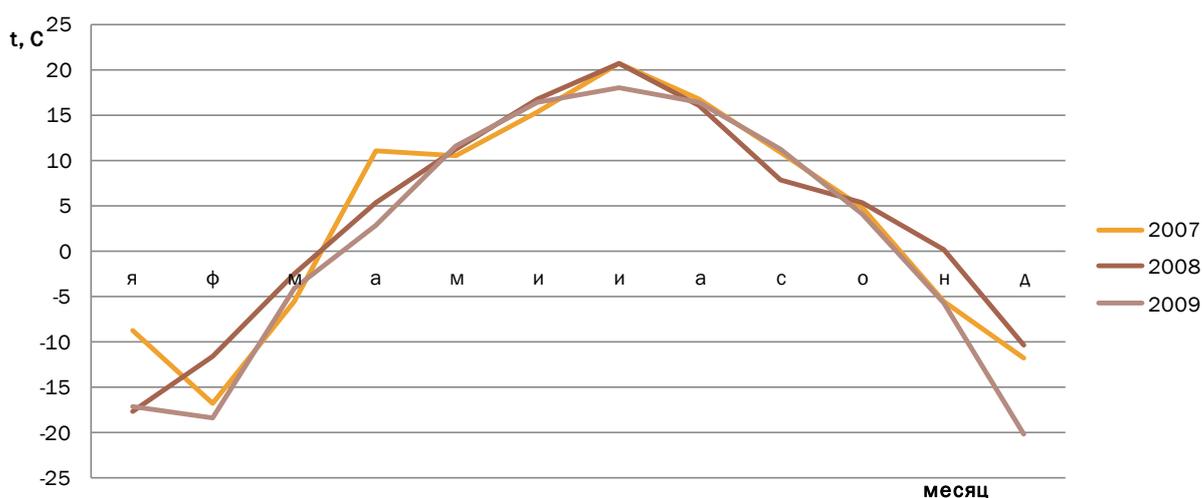


Рисунок 2.1 – Годовой ход температуры воздуха за период 2007-2009 гг., по метеостанции с. Викулово

Весна и осень очень короткие. В весеннее время года наблюдается резкое повышение температуры и быстрый сход снежного покрова. Этому способствует усиленная адвекция воздуха в марте и апреле, как по периферии западного отрога азиатского антициклона, так и из южных районов, где снег уже стаял; играет роль и усиленный приток солнечной радиации.

Переход через 0°C происходит 11-12 апреля. В это же время начинается период вегетации и заканчивается в первой декаде октября. Весной, при вторжении арктических масс воздуха, возникают резкие похолодания, которые носят название заморозки. Они происходят до конца мая, а иногда до июля. Весна - наиболее сухое, ясное и ветреное время года. Засушливость часто отмечается и в начале лета (май, июнь) несмотря на то, что основное количество осадков выпадает в теплое время года (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1973).

Лето отличается большими значениями суммарной радиации. Характерным и основным процессом летнего времени года является формирование масс континентального воздуха умеренных широт.

Осенний период немного продолжительнее, чем весенний. Осень наступает довольно рано. От октября к ноябрю температура резко понижается и появляется снежный покров. Возвраты тепла чаще появляются во второй декаде сентября.

Количество осадков определяется общей циркуляцией атмосферы и фронтальной деятельностью западных циклонов. Количество влаги, которые приходят с запада, способствует увлажненности территории.

Сумма осадков за год равна 417 мм, за теплый период выпадает 348 мм, а за период с температурой выше 10°C - 253 мм. На рисунке 2.2 представлен годовой ход осадков за 2007-2009 гг. по данным метеостанции с. Викулово (Агрометеобюллетень..., 2007-2009).

Наибольшие наблюдаемые суточные суммы осадков составляет 78,3 мм. Из годового количества осадков на холодный период (ноябрь-март) приходится лишь около 20% осадков. То есть, зимний период отличается относительной сухостью. Устойчивый снежный покров длится 161 день, высота снежного покрова - 35 см.

На данной территории наблюдается значительные колебания суммы осадков. Так при годовой норме 500-600 мм, в дождливые годы иногда может выпасть на 200-250 мм больше, а сухие на 200-250 мм меньше. Данный факт в свою очередь влияет на уровень воды в реке (Ресурсы поверхностных вод СССР, 197г).

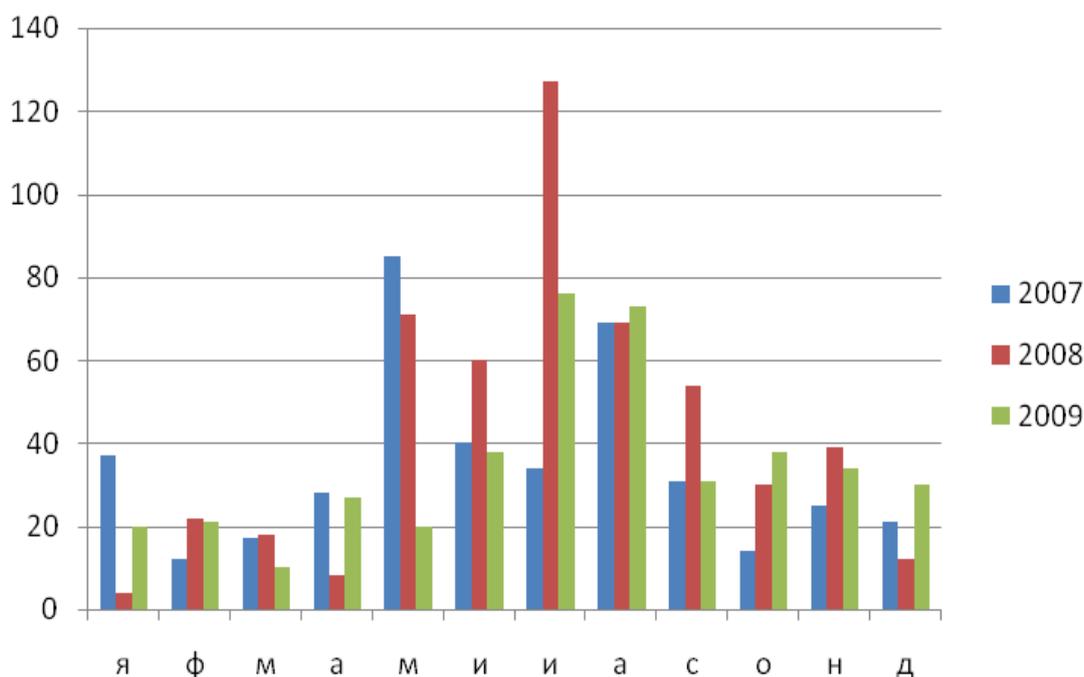


Рисунок 2.2 – Внутригодовой ход атмосферных осадков за период 2007-2009 гг., по метеостанции с. Викулово

Продолжительная зима и отсутствие устойчивых оттепелей способствуют накоплению значительной толщины снежного покрова. Устойчивый снежный покров здесь устанавливается в период с 1-12 ноября. Но эти сроки меняются в зависимости от характера погоды, определяемой особенностями циркуляции предзимнего характера. Число дней с устойчивым снежным покровом составляет 120-160 дней. Разрушение среднего устойчивого покрова происходит с конца мая по конец июня.

2.2.3 Гидрологический режим

Площадь водосбора реки составляет 980 км², объем годового стока составляет 44 800 тыс.м³, средний годовой расход воды 1,42 м³/сек, максимальный расход воды 115 м³/сек, минимальный среднемесячный расход воды – 0,086 м³/сек(летне-осенний), 0,10 м³/сек (зимний), средний сток наносов за год составляет 3 360 т (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1973г). Для реки Барсук характерны три фазы водного режима: весеннее половодье, в период которого проходит 80-90% годового стока, летне-осенняя и зимняя межень. Дождевые паводки наблюдаются не ежегодно (рисунок 2.3) (Гидрологический ежегодник, 1987).

Половодье начинается обычно в первой половине апреля, достигает пика в среднем 19-20 апреля и завершается чаще всего в мае - первой половине июня. Продолжительность его сильно колеблется по годам, составляя в среднем 1,5 мес. - с апреля до 20 мая.

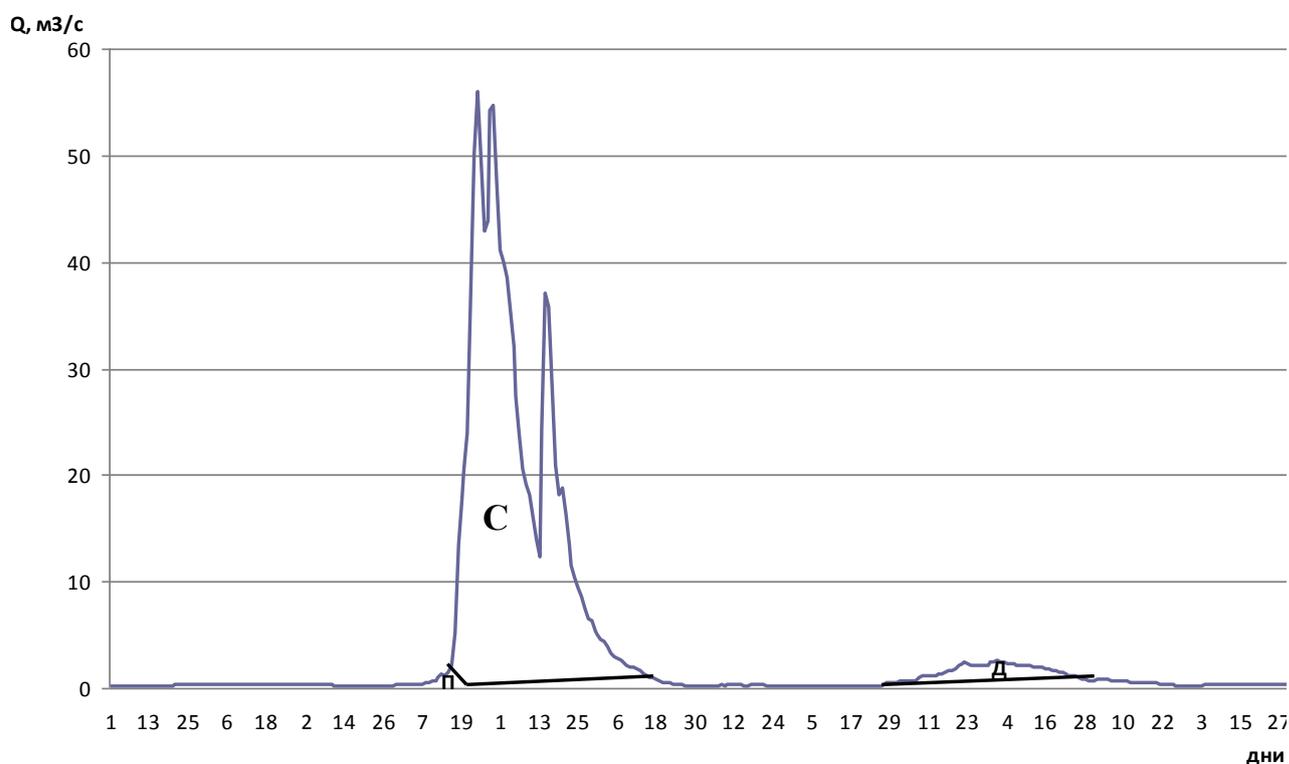


Рисунок 2.3 – Гидрограф реки Барсук, 1987 год (составлен автором)

Высота весеннего подъема уровня возрастает по длине реки обычно от 1 м в верховьях до 4-5 м в нижнем течении, в многоводные годы на 1-1,5 м выше. Высокий уровень стоит 1-3 дня, затем наступает спад, сначала интенсивный, затем медленный и в конце мая устанавливается межень.

Летняя межень почти ежегодно нарушается 2-3 дождевыми паводками высотой в некоторые годы до 1,5 м. По высоте они не превышают 0,5-1,5 метра, но в отдельные годы не уступают весеннему половодью.

Средний многолетний (1959-1995) расход воды у с. Коточиги составляет около 1,6 куб. м/с, наибольший – 94,6 куб. м/с (2 мая 1979 г), наименьший 0 (во время замерзания 14-17 ноября 1983 г. и пересыхания 20-25 сентября 1984 г). в устье средний расход более 2 куб. м/с.

Самый многоводный месяц – апрель (более 50% годового стока), самый маловодный – январь и февраль (всего 1,5%).

Температура воды сильно изменяется во времени, особенно весной и осенью. Так, средняя температура мая у с. Коточиги колеблется по годам от +7,6 до +13,8 °С., июня – от

+15,4 до +21,4 °С., июля – +17,5 до +23 °С., август – от +13,8 до +20,4°С., сентябрь – от +7,8 до +12,6 °С, октябрь – от +1,2 до +4,8 °С. Максимальная температура воды +29,2 °С наблюдалась 8 июля 1974г.(Ресурсы поверхностных вод СССР, 1973).

По химическому составу вода в р. Барсук гидрокарбонатная, кальциевая в половодье и кальциево-натриевая в остальное время года, мягкая или умеренно жесткая в половодье, жесткая и очень жесткая в межень, слабощелочная, содержит много органических и минеральных веществ. Цветность воды в период половодья 80-150°, в межень- 40-80°(Калинин и др., 1998).

Общая минерализация воды колеблется от 150-160 мг/л в половодье многоводных лет до 1,2-1,3 г/л в летне-осеннюю и зимнюю межень маловодных лет.

Ледостав начинается во второй половине октября – ноябре (на некоторых перекатах остаются полыньи до конца декабря), в среднем 3 ноября, как правило, без ледохода, после смерзания заберегов. Его продолжительность 5,5 месяцев.

Средняя толщина льда в конце зимы у с. Коточиги 50 см. Ежегодно по всей реке образуется наледи толщиной иногда до 100-110 см.

Весенний ледоход бывает не каждый год. Продолжительность его обычно 2-3 дня, иногда до 2-3 недель. Вскрывается река обычно в середине третьей декады апреля, при уровнях наивысшему годовому. В верхнем течении ледоход наблюдается только в годы с высоким половодьем (Владимиров, 1991).

2.2.4 Почвенный и растительный покров

Почвенный покров района исследования представлен лугово-болотными перегнойными, луговыми карбонатными маломощными среднегумусовыми, темно-серыми лесными глеевыми среднегумусовыми в комплексе с серыми лесными глеевыми среднегумусовыми до 25%, луговыми маломощными среднегумусовыми, серыми лесными глеевыми среднегумусовыми, темно-серыми лесными среднегумусовыми в комплексе с серыми лесными среднегумусовыми до 25% (Калинин В.М., 2008). Серые лесные почвы характеризуются большой гумусностью, но не значительной мощностью гумусовых горизонтов, наличием признаков осолодения и оглеения. Мощность перегнойного горизонта изменяется от 30 - 40 см у темно-серых почв до 12-15 см у светло-серых почв, при содержании гумуса соответственно от 9 до 3%. Реакция почв слабокислая и кислая. Серые и светло-серые почвы почти не имеют подвижных форм азота и фосфора. Содержание подвижного калия в почвах высокое (Калинин В.М., 2008). Также почвы района исследования представлены дерново-

подзолами высокогумусовыми. Встречаются также болотные перегнойно-торфянистоглеевые почвы.

На возвышенных местах располагаются значительные массивы высокоствольных березняков с подлеском из черемухи, шиповника, боярышника. В травянистом покрове лугов преобладают таволжанка, чина, клевер, мышиный горошек, из злаков – вейник, мятлик, степная тимофеевка (Стравинская, 1989).

Для территории Викуловского района характерны как лесные, так и луговые ландшафты. Гривисто-ложбинные левобережные террасы заняты березовыми и осиново-березовыми широколиственными лесами на серых лесных почвах в сочетании с суходольными и низинными лугами на луговых и лугово-болотных почвах. Пологоувалистая расчлененная равнина правобережья Ишима с березовыми широколиственными лесами и остепненными суходольными лугами по склонам значительно распахана под посевы зерновых.

Основная часть пахотных земель приурочена к речным террасам и наклонным равнинам, где они имеют крупные размеры (от 225 до 2000 га). На водораздельных равнинах они небольшими участками вкраплены среди естественных кормовых угодий. Основное направление сельскохозяйственного производства — молочно-мясное скотоводство (Стравинская, 1989).

Растительный покров территории Викуловского района представлен осиново-березовыми лесами, не редко первичного происхождения, чередующиеся сосновыми лесами с примесью березы и ели, лугами и болотами. Распределение почвенно-растительного покрова по территории зависит от литолого-геоморфологических условий, определяющих и дренирование территории.

На территории расположены болота, которые занимают плоские недренированные поверхности северной части правобережья Ишима, межгривные понижения на левобережных террасах и плоские поверхности пойм. Значительно закустаренны и заболоченны пойменные злаковые, разнотравно-злаковые луга (Большая Тюменская энциклопедия, 2004).

Таким образом, река Барсук является малой рекой, протекающей в Викуловском районе Тюменской области. Она относится к Сорокинско-Ишимскому физико-географическому району, для которого характерен континентальный климат. Район представлен полугоувалистыми и плоскими местами с гривами равнинами, которые сложены слоистыми отложениями суглинков. Для реки характерны три фазы водного режима: весеннее половодье, летне-осенняя и зимняя межень. Растительный покров территории представлен осиново-березовыми лесами, которые чередуются сосновыми лесами с приме-

сью березы и ели лугами и болотами. Для района характерно распространение серых лесных и лугово-болотных почв.

Выводы

Проанализировав физико-географические характеристики подтаежной зоны Тюменской области и физико-географические характеристики бассейна реки Барсук, мы можем сказать, что данный водосбор можно считать модельным для данной природной зоны, т.к., во-первых, протекает на территории данной зоны; во-вторых, имеет общие геологические и климатические характеристики; в-третьих, имеет общие гидрологические характеристики с большинством рек, протекающих на данной территории (снеговое питание, три фазы водного режима, сроки начала ледостава и вскрытия реки и т.п.); в-четвертых, распространены одинаковые типы почв и растительность.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Характеристики водосбора реки Барсук по данным 1991 года

В монографии В.М Калинина, С.И Ларина, И.М Романовой «Малые реки в условиях антропогенного воздействия» (1998) представлены характеристики водосбора реки Барсук на 1991 год. В рамках ландшафтно-гидрологического анализа авторами исследования была составлена серия картографических материалов: почвы, землепользование, уклоны, стокоформирующие комплексы водосбора реки Барсук.

Согласно почвенной карте-схеме (рисунок 3.1), наибольшую площадь – 306,44 км² – на водосборе занимают серые лесные почвы. Из них наиболее представлены темно-серые лесные. По механическому составу в серых лесных почвах преобладают легкосуглинистые и среднесуглинистые разновидности.

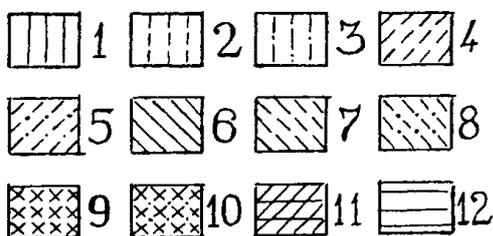
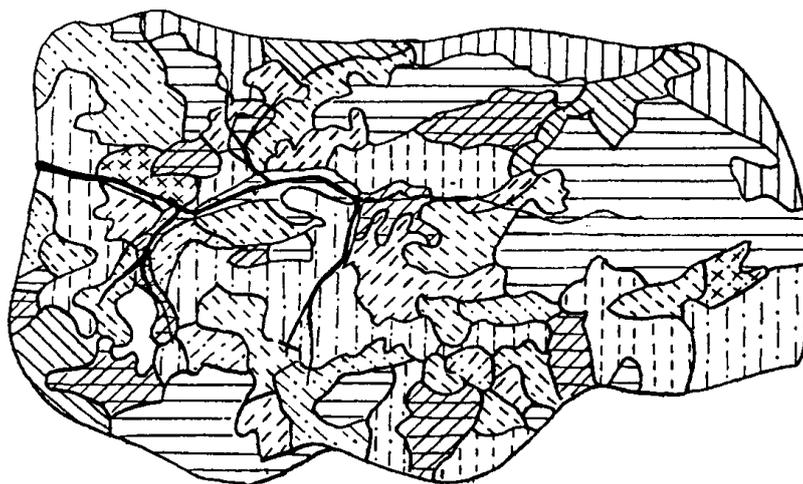


Рисунок 3.1 – Почвы водосбора реки Барсук (по Калинину и др., 1998):

- 1 – серые лесные тяжелосуглинистые; 2 – серые лесные среднесуглинистые;
- 3 – серые лесные легкосуглинистые; 4 – луговые среднесуглинистые;
- 5 – луговые легкосуглинистые; 6 –аллювиальные тяжелосуглинистые;
- 7 – аллювиальные среднесуглинистые; 8 – аллювиальные тяжелосуглинистые;
- 9- черноземные среднесуглинистые; 10 – черноземные легкосуглинистые;
- 11 –лугово-болотные; 12 – болотные

Второе место на водосборе по площади занимают болотные почвы – 246,24 км². Наиболее обширные болотные комплексы находятся в восточной части водосбора. Наибольшую площадь в этом болотном комплексе занимают торфяники и торфяно-болотные почвы (82 км²).

Также на водосборе широко представлены аллювиальные почвы. Наибольшее распространение имеют аллювиальные и аллювиально-осолоделые почвы. Также на водосборе встречаются лугово-болотные и лугово-черноземные почвы. Из лугово-черноземных почв встречаются лугово-черноземные дерновые, лугово-черноземные осолоделые, лугово-черноземные выщелоченные почвы. По механическому составу это среднесуглинистые и легкосуглинистые разновидности.

Наименьшее распространение на водосборе имеют черноземы. Их площадь составляет 23 км². Они представлены лишь одной разновидностью: черноземы карбонатные.

Согласно структуре землепользования (рисунок 3.2), на водосборе реки Барсук наиболее освоены в сельскохозяйственном отношении территории, прилегающие к долине реки. Сельхозугодья представлены пашнями, сенокосами и пастбищами.

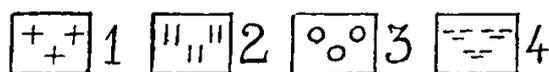
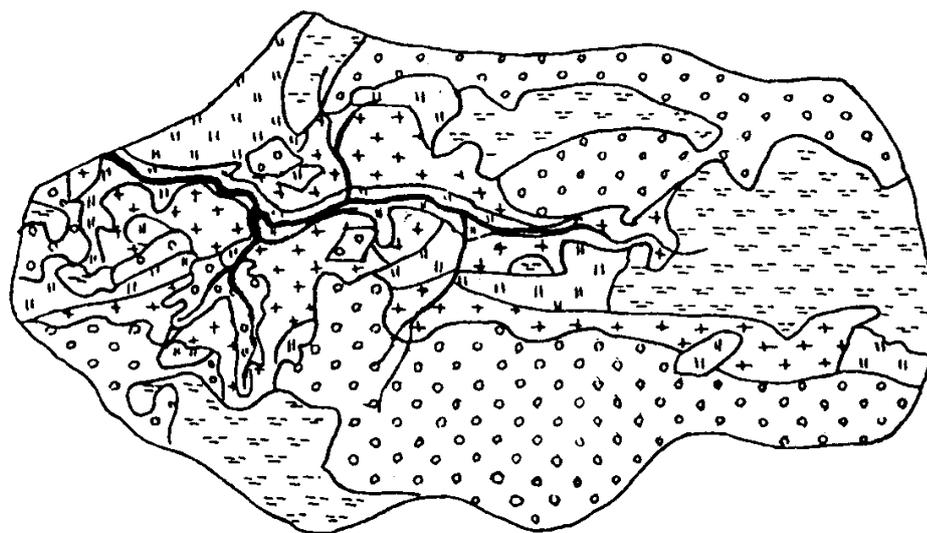


Рисунок 3.2 – Землепользование на водосборе реки Барсук (по Калинину и др., 1998):

1 – пашня; 2 – луг; 3 – лес; 4 – болото

Наибольшую площадь на водосборе занимают леса и болота. Площадь лесов составляет 419 км² (42,7% площади водосбора). Леса обширны как на левобережье, так и на правобережье. Болота занимают площадь 246 км² (25% площади водосбора), в основном низинные.

Из сельскохозяйственных угодий наибольшее распространение имеет пашня. Ее площадь составляет 180 км² (20% площади водосбора). Около 30% пашни расположено на правом берегу и около 70% на левом.

Из сельскохозяйственных угодий на водосборе так же распространены сенокосы и пастбища, которые объединены в луг суходольный. Его площадь составляет 77 км².

Для выделения СФК, была составлена карта-схема уклонов (рисунок 3.3), согласно которой видно, что река Барсук делит водосбор на 2 части: правую, где уклон менее 1‰, и левую, где уклон значительны. Основная часть правобережья имеют уклоны не более 0,5‰. По мере приближения к руслу реки уклоны повышаются до 1‰.

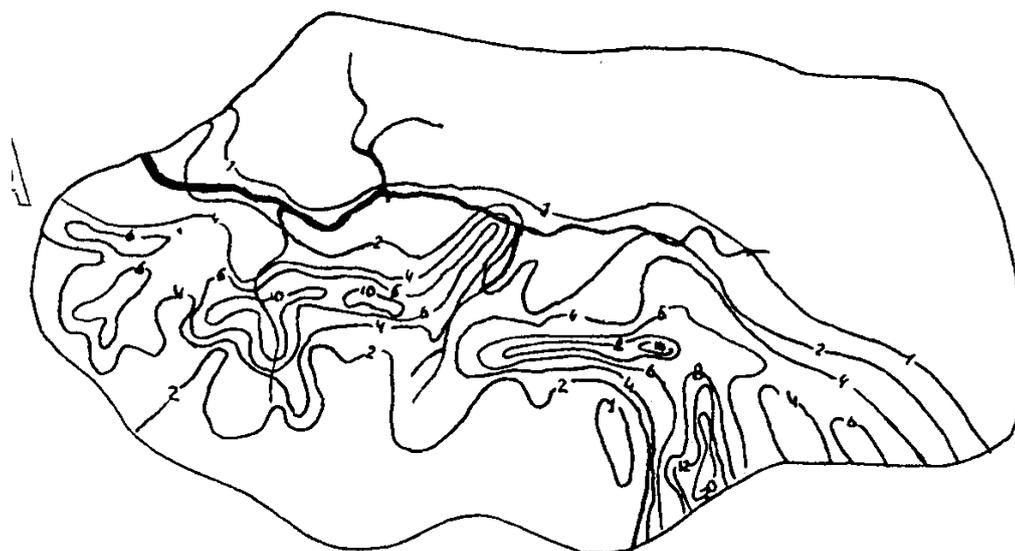


Рисунок 3.3 – Изолинии уклонов на водосборе реки Барсук (по Калинину и др., 1998)

На левобережье уклоны повышаются по направлению к реке и на юг. В средней части левобережья уклоны наибольшие. Их величина достигает 10-20‰. В южной части водосбора наибольшее распространение имеют уклоны около 2‰.

На основе вышеописанных карт была составлена карта стокоформирующих комплексов (рисунок 3.4).

Наибольшую площадь имеют лесные и болотные СФК. Болотные СФК в основном занимают верховья реки Барсук, а так же площади на левом и правом берегах, ближе к водоразделу. Общая площадь этого СФК составляет 246 км².

Лесные СФК в основном сосредоточены на левом берегу в верхнем и среднем течении.

Основная часть пашни располагается на левом берегу. Значительные площади комплекса имеются на правом берегу. Эти СФК расположены в пределах всего течения реки. Преобладают почвы серые лесные легкосуглинистые и луговые среднесуглинистые.

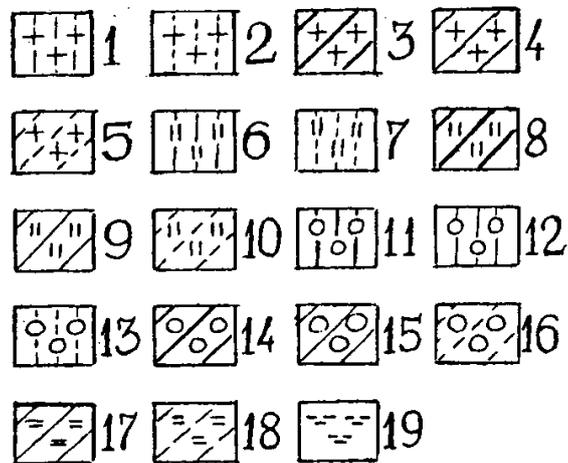
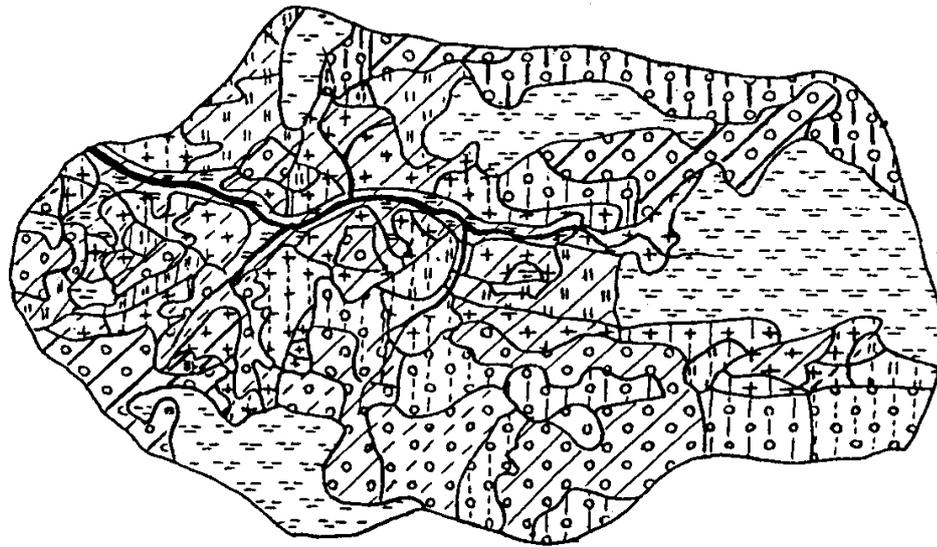


Рисунок 3.4 – Стокоформирующие комплексы водосбора реки Барсук

(по Калинину и др., 1998):

- 1 – пашня на серых лесных среднесуглинистых почвах;
- 2- пашня на серых лесных легкосуглинистых почвах;
- 3 –пашня на луговых тяжелосуглинистых почвах;
- 4 –пашня на луговых среднесуглинистых почвах; 5 – пашня на луговых легкосуглинистых почвах;
- 6 – луг суходольный на серых лесных среднесуглинистых почвах;
- 7 – луг суходольный на серых лесных легкосуглинистых почвах;
- 8 – луг суходольный на луговых среднесуглинистых почвах;
- 9 – луг суходольный на луговых тяжелосуглинистых почвах;
- 10 - луг суходольный на луговых легкосуглинистых почвах;
- 11 – лес на серых лесных тяжелосуглинистых почвах;
- 12 - лес на серых лесных среднесуглинистых почвах;
- 13 – лес на серых лесных легкосуглинистых почвах;
- 14 – лес на луговых тяжелосуглинистых почвах; 15 – лес на луговых среднесуглинистых почвах;
- 16 – лес на луговых легкосуглинистых почвах; 17 – луг пойменный на среднесуглинистых почвах;
- 18 – луг пойменный на легкосуглинистых почвах; 19 – болото

Незначительную площадь занимает луг суходольный. В пределах этого СФК отмечается большое разнообразие почв. Это серые лесные среднесуглинистого, легкосуглинистого, и тяжелосуглинистого механического состава.

Также в пределах водосбора имеется пойменный луг. Этот СФК занимает незначительную площадь, которая ко всему водосбору составляет немногим более 2%.

На основании проведенной работы, в монографии были определены количественные характеристики стокоформирующих комплексов водосбора реки Барсук (таблица 3.1).

Далее была выполнена серия расчетов с использованием ПК по подбору коэффициента фильтрации почв и определению стока как с территории СФК, так и в целом с водосбора. Данные окончательного варианта расчетов представлены в таблице 3.2.

Наибольшее значение стока отмечается с луга суходольного на тяжелых суглинках – 78,5 мм, близко к этому подходит величина стока с участка пашни также на тяжелом суглинке, где сток равен 71,1 мм. Наименьший сток наблюдается на распаханых контурах, подстилаемых серыми лесными почвами среднесуглинистого и легкосуглинистого механического состава (25,8-30,2 мм). Сток с лесных комплексов лежит в пределах 34,7-52,5 мм. Величина стока со всего водосбора составила 38,4 мм.

Для выявления антропогенного вклада в качество вод реки Барсук, проводились наблюдения за химическим составом вод у д. Коточиги с 1963 по 1970 гг. включительно.

Согласно полученным результатам, наименьшая минерализация наблюдается в фазу весеннего половодья. В это время отчетливо выделяется два периода: период подъема, который характеризуется малой минерализацией, вода поступает за счет таяния снега. Общая минерализация составляет в среднем 215 мг/л. Вода гидрокарбонатная с преобладанием кальция. После таяния основной массы снега минерализация увеличивается до 300-500 мг/л за счет вымывания солей и почв и верхних слоев грунта. В химическом отношении преобладают иона кальция и HCO_3^- .

Дальнейшее повышение минерализации отмечено в период летне-осенней и особенно зимней межени.

В среднем за период наблюдения общая минерализация в летне-осеннюю межень 736,8 мг/л, в зимнюю межень – 1080 мг/л. По химическому составу в период межени преобладают ионы HCO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} .

По химическому составу воды в реке Барсук карбонатные, хлоридные. В весенний период отмечается значительное количество взвешенных веществ, в 2 раза превышающих ПДК. С эрозионными процессами связано повышенное содержание кремния – 1,5 ПДК. В реке так же обнаружены пестициды, содержание фосфора превышает ПДК в 10 раз.

Таблица 3.1. Количественные характеристики стокоформирующих комплексов водосбора реки Барсук (по Калинину В.М. и др., 1998)

| №СФК | Вид угодья | Почвы | Механический состав | Площадь, км ² | МГ, % от объема | НВ, % от объема | ПВ, % от объема | К _ф , м/сут | УГВ, м | Уклон, ‰ |
|------|-----------------|--------------|---------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|--------|----------|
| 1 | Пашня | Серые лесные | Среднесуглинистые | 34,76 | 8,9 | 26,2 | 46,5 | 0,16 | >2 | 2,35 |
| 2 | | Серые лесные | Легкосуглинистые | 41,68 | 6,2 | 26,0 | 42,7 | 0,20 | >2 | 3,47 |
| 3 | | Луговые | Легкосуглинистые | 10,12 | 5,5 | 26,0 | 41,7 | 0,18 | >2 | 2,7 |
| 4 | | Луговые | Среднесуглинистые | 84,48 | 9,6 | 30,0 | 47,4 | 0,11 | >2 | 2,5 |
| 5 | | Луговые | Тяжелосуглинистые | 8,76 | 13,2 | 34,0 | 52,5 | 0,02 | >2 | 4 |
| 6 | | Луговые | Среднесуглинистые | 14,5 | 9,6 | 30,0 | 47,4 | 0,12 | >2 | 5 |
| 7 | Луг суходольный | Серые лесные | Легкосуглинистые | 14,68 | 6,2 | 26,0 | 42,7 | 0,10 | >2 | 2,8 |
| 8 | | Серые лесные | Среднесуглинистые | 18,80 | 8,9 | 26,2 | 46,5 | 0,10 | >2 | 4,8 |
| 9 | | Луговые | Среднесуглинистые | 33,34 | 9,6 | 30,0 | 47,4 | 0,05 | >2 | 1,3 |
| 10 | | Луговые | Легкосуглинистые | 3,40 | 13,2 | 34,0 | 52,5 | 0,01 | >2 | 2 |
| 11 | | Луговые | Легкосуглинистые | 7,76 | 5,5 | 26,0 | 41,7 | 0,06 | >2 | 0,61 |
| 12 | | Луговые | Среднесуглинистые | 21,5 | 9,6 | 30,0 | 47,4 | 0,06 | >2 | 2,5 |
| 13 | Лес | Серые лесные | Тяжелосуглинистые | 54,96 | 12,3 | 33,7 | 51,2 | 0,62 | >2 | 0,5 |
| 14 | | Серые лесные | Легкосуглинистые | 62,12 | 6,2 | 26,0 | 42,7 | 0,54 | >2 | 2,66 |
| 15 | | Серые лесные | Среднесуглинистые | 79,44 | 8,9 | 26,2 | 46,5 | 0,73 | >2 | 3,2 |
| 16 | | Луговые | Среднесуглинистые | 113,36 | 9,6 | 30,0 | 47,4 | 1,0 | >2 | 4,5 |
| 17 | | Луговые | Тяжелосуглинистые | 47,44 | 13,2 | 34,0 | 52,5 | 0,32 | >2 | 0,5 |
| 18 | | Луговые | Легкосуглинистые | 61,64 | 5,5 | 26,0 | 41,7 | 1,65 | >2 | 4,14 |
| 19 | Луг пойменный | | Среднесуглинистые | 22,80 | 9,6 | 34,0 | 47,4 | 0,075 | 1 | 0,04 |
| 20 | Болото целинное | Болотные | Торф | 246,24 | 20 | 80 | 95 | 20 | 0,2 | 1,02 |

Таблица 3.2 – Метеоданные и сток рек р. Барсук при современном землепользовании (1965 – 1990гг.) (по Калинину В.М. и др., 1998)

| №СФК | Vс | Снегозапасы, мм | Глубина промерзания, м | Сток, мм |
|--------|------|-----------------|------------------------|----------|
| 1 | 0,50 | 90 | 1,65 | 25,8 |
| 2 | 0,55 | 90 | 1,65 | 30,2 |
| 3 | 0,57 | 90 | 1,65 | 51,1 |
| 4 | 0,56 | 90 | 1,65 | 34,6 |
| 5 | 0,58 | 90 | 1,65 | 71,1 |
| 6 | 0,56 | 90 | 1,65 | 53,2 |
| 7 | 0,55 | 90 | 1,19 | 56,4 |
| 8 | 0,50 | 90 | 1,19 | 46,2 |
| 9 | 0,56 | 90 | 1,19 | 43,9 |
| 10 | 0,58 | 90 | 1,19 | 78,7 |
| 11 | 0,57 | 90 | 1,19 | 67,2 |
| 12 | 0,56 | 90 | 1,19 | 51,7 |
| 13 | 0,75 | 120 | 1,0 | 44,8 |
| 14 | 0,73 | 120 | 1,0 | 45,9 |
| 15 | 0,73 | 120 | 1,0 | 34,7 |
| 16 | 0,74 | 120 | 1,0 | 36,7 |
| 17 | 0,75 | 120 | 1,0 | 52,5 |
| 18 | 0,74 | 120 | 1,0 | 36,2 |
| 19 | 0,75 | 90 | 1,19 | 54,5 |
| 20 | 0,69 | 103 | 0,45 | 30,3 |
| Итого: | | | | 38,4 |

3.2 Характеристики водосбора реки Барсук по авторским данным (2011-2016 гг.)

Автором в период с 2011 по 2015 год проводились полевые и экспедиционные исследования реки Барсук для оценки экологического состояния, а затем – для выявления динамики гидрологического режима водотока в условиях изменения характера или степени антропогенного воздействия. Исследования велись по методике, описанной в монографии Калинина В.М. с соавторами (1998), с целью сравнения полученных результатов.

В соответствии с методикой анализа, вначале на топографической карте был выделен водосбор рек Барсук, после чего было начато построение серии тематических карт для исследуемой территории.

На основе дешифрирования космоснимков, была построена карта-схема землепользования (Приложение А) и выделено четыре типа землепользования: лес, луг, пашня, болото (таблица 3.3).

Таблица 3.3. – Типы землепользования на водосборе реки Барсук (составлено автором)

| №п/п | Угодье | Площадь, км ² | Площадь, % |
|------------|--------|--------------------------|------------|
| 1 | Пашня | 276,50 | 28,22 |
| 2 | Луг | 71,68 | 7,31 |
| 3 | Лес | 483,20 | 49,30 |
| 4 | Болото | 137,50 | 14,03 |
| Сводосбора | | 979,95 | 100 |

Как видно, наибольшая площадь водосбора занята лесами – 49,30%. Леса в большей степени распространены в южной и северной частях водосбора.

Необходимо отметить, что антропогенная освоенность водосбора в целом значительная. Непосредственно землепользование связано с пашней. Она занимает 28,22 % территории водосбора реки Барсук. Распространение ее по площади водосбора в целом равномерное, максимально она сконцентрирована в центральной части водосбора.

Луга (объединяющие пастбища и сенокосы) по водосбору распространены достаточно равномерно. Площадь лугов составляют 7,31% территории водосбора.

Заболоченные земли находятся по северным и восточным окраинам водосбора, близ водораздела. Их площадь составляет 14,03 %.

На основе почвенных карт совхозов Викуловского района была построена почвенная карта водосбора реки Барсук (Приложение Б). Почвы водосбора реки Барсук представлены разнообразными типами (таблица 3.4). Наибольшая площадь – 20,08% приходится на серые лесные среднесуглинистые почвы. Данные почвы распространены неравномерно по водосбору. В большей степени данные почвы распространены в южной части водосбора и в нижнем течении реки. Так же большую часть водосбора – 16,42% занимают серые лесные легко суглинистые почвы. Они распространены в центральном и нижнем течении реки. Третьими по распространенностью являются болотные почвы – 14,907% распространенные у истока реки и в северной части водосбора. Луговые легкосуглинистые (10,91%) и луговые среднесуглинистые (9,03%) распространены в верхнем течении реки и в южной части водосбора вблизи границ водораздела. Серые лесные тяжелосуглинистые распространены неравномерно, большая часть их расположена в среднем течении реки и в восточной части водосбора. Их площадь составляет 7,50%. Аллювиальные среднесуглинистые почвы (7,69%) имеют островное распространение. Большая их часть сосредоточе-

на в верхнем и среднем течении реки. Лугово-болотные почвы(5,69%)распространены в северной части водосбора, а так же вдоль реки в среднем и нижнем течении.

Таблица 3.4–Типы почв водосбора реки Барсук (составлено автором).

| №п/п | Типы почв | Площадь, км ² | Площадь, % |
|--------|--------------------------------|--------------------------|------------|
| 1 | Серые лесные тяжелосуглинистые | 73,54 | 7,50 |
| 2 | Серые лесные среднесуглинистые | 196,84 | 20,08 |
| 3 | Серые лесные легкосуглинистые | 160,93 | 16,42 |
| 4 | Луговые среднесуглинистые | 88,48 | 9,03 |
| 5 | Луговые легкосуглинистые | 106,93 | 10,91 |
| 6 | Лугово-болотные | 55,77 | 5,69 |
| 7 | Аллювиальные тяжелосуглинистые | 47,72 | 4,87 |
| 8 | Аллювиальные среднесуглинистые | 75,38 | 7,69 |
| 9 | Аллювиальные легкосуглинистые | 28,80 | 2,94 |
| 10 | Болотные | 137,85 | 14,07 |
| Итого: | | 979,95 | 100 |

Аллювиальные тяжелосуглинистые (4,87%) и аллювиальные легкосуглинистые почвы (2,94%) занимают наименьшую площадь и имеют островное распространение. Основная их часть сосредоточенна у истока реки, а так же в северной части водосбора.

Следующая построенная карта – это карта уклонов водосбора (Приложение В). Уклон речного бассейна является одним из основных факторов формирования стока рек. Для водосбора реки Барсук характерно разнообразие уклонов. На левом берегу уклоны достигают от 1 до 20% в прирусловой части водосбора. На правом берегу уклоны характеризуются малыми значениями от 0,2% до 1%. Большая же часть территории водосбора характеризуется малыми уклонами до 0,4%.

На основе почвенной карты, карт землепользования и уклонов построили карту стокоформирующих комплексов (СФК) (Приложение Г). Было выделено 6 типов угодий: пашня, луг суходольный, луг пойменный, лес, лес заболоченный, болото (таблица 3.5).

Всего на данной территории выделяется 26 СФК. Наибольшую площадь занимают лесные СФК. Они занимают 43,03% (137,5 км²) территории водосбора и находятся по периферии водораздела. В данном угодье выделяется 8 СФК. 12,10% территории лесов находится на серых лесных среднесуглинистых почвах. Большая площадь лесов располагается на луговых легкосуглинистых почвах – 82,02 км² (8,37%). Остальная часть лугов распространены на серых лесных легко- и тяжелосуглинистых, луговых среднесуглинистых, аллювиальных легко-, средне-, тяжелосуглинистых почвах. Так же было выделено угодье мелколиственного леса, расположенного на лугово-болотном типе почв.

Значительную площадь водосбора реки Барсук занимают пашни (276,01 км²). Наибольшее распространение в данных стокоформирующих комплексах имеют серые лесные легкосуглинистые почвы (117,78 км²) или более 42% площади занимаемой пашнями.

Таблица 3.5 – Количественные характеристики стокоформирующих комплексов водосбора реки Барсук (составлено автором)

| № СФК | Угодье | Тип почв | Механический состав | Площадь, км ² | Площадь, % | Уклон, ‰ |
|--------|------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|------------|----------|
| 1 | Пашня | Серые лесные | Легкосуглинистый | 117,78 | 12,02 | 1,5 |
| 2 | | Серые лесные | Среднесуглинистый | 64,55 | 6,59 | 1,5 |
| 3 | | Серые лесные | Тяжелосуглинистый | 26,14 | 2,67 | 0,2 |
| 4 | | Аллювиальные | Среднесуглинистый | 18,14 | 1,85 | 0,3 |
| 5 | | Аллювиальные | Тяжелосуглинистый | 2,51 | 0,26 | 0,2 |
| 6 | | Луговые | Легкосуглинистый | 17,48 | 1,78 | 0,3 |
| 7 | | Луговые | Среднесуглинистый | 23,37 | 2,38 | 0,1 |
| 8 | | Лугово-болотные | Тяжелосуглинистый | 6,04 | 0,62 | 0,7 |
| 9 | Луг суходольный | Серые лесные | Легкосуглинистый | 7,31 | 0,75 | 0,5 |
| 10 | | Серые лесные | Среднесуглинистый | 13,22 | 1,35 | 1,5 |
| 11 | | Серые лесные | Тяжелосуглинистый | 1,49 | 0,15 | 0,2 |
| 12 | | Луговые | Легкосуглинистый | 6,81 | 0,69 | 0,4 |
| 13 | | Луговые | Среднесуглинистый | 5,33 | 0,54 | 0,3 |
| 14 | | Аллювиальные | Легкосуглинистый | 2,91 | 0,30 | 0,5 |
| 15 | | Аллювиальные | Среднесуглинистый | 8,66 | 0,88 | 0,7 |
| 16 | | Аллювиальные | Тяжелосуглинистый | 11,21 | 1,14 | 0,1 |
| 17 | Луг пойменный | | Среднесуглинистый | 14,66 | 1,50 | 2,5 |
| 18 | Лес | Серые лесные | Легкосуглинистый | 35,36 | 3,60 | 1,5 |
| 19 | | Серые лесные | Среднесуглинистый | 118,58 | 12,10 | 0,4 |
| 20 | | Серые лесные | Тяжелосуглинистый | 45,92 | 4,69 | 0,3 |
| 21 | | Луговые | Среднесуглинистый | 59,74 | 6,09 | 0,3 |
| 22 | | Луговые | Легкосуглинистый | 82,02 | 8,37 | 0,7 |
| 23 | | Аллювиальные | Легкосуглинистый | 25,37 | 2,59 | 0,3 |
| 24 | | Аллювиальные | Среднесуглинистый | 47,92 | 4,89 | 0,4 |
| 25 | | Аллювиальные | Тяжелосуглинистый | 33,95 | 3,46 | 0,1 |
| 26 | Лес заболоченный | Лугово-болотные | Тяжелосуглинистый | 34,35 | 3,50 | 0,1 |
| 27 | Болото | Торф | | 137,5 | 14,03 | 0,1 |
| Итого: | | | | 979,95 | 100 | |

Еще четверть пашни располагается на серых лесных среднесуглинистых почвах (64,55 км²). Остальная площадь пашен расположена на серых лесных тяжелосуглинистых, аллювиальных средне- и легкосуглинистых, луговых легко- среднесуглинистых почвах, а так же на лугово-болотных тяжелосуглинистых почвах. Данное угодье занимает центральную часть водосбора реки.

Луг суходольный, который по большей части используется под сенокосы и пастбища, распространен как на левом, так и на правом берегу реки. Под лугами сформировались преимущественно серые лесные среднесуглинистые почвы – 13,22 км²(23,21%) всех суходольных лугов. Так же значительную часть угодья занимают аллювиальные тяжелосуглинистые типы почв 11,21 км²(19,695% площади угодья). Оставшиеся 32,51 км² территории занимают следующие типы почв: серые лесные легко- и тяжелосуглинистые, луговые легко- и среднесуглинистые, аллювиальные легко- и среднесуглинистые.

Луг пойменный используется под пастбища и занимает 1,50 % (14,66 км²) площади водосбора. Луг пойменный сформировался на лугово-болотных среднесуглинистых почвах.

Болотные СФК занимают 14,03% (137,5 км²) территории водосбора и находятся на западной и северной части водосбора.

Снижение интенсивности антропогенного воздействия на водосборе реки Барсук привело к восстановлению естественных природных комплексов

Далее, за период 2011-2015гг. по ближайшей к водосбору метеостанции с. Викулово были взяты месячные данные по температуре и дефициту влажности воздуха. По формуле 3.1 вычислены годовые значения максимально возможного испарения, которые затем были распределены по месяцам внутри года пропорционально месячным значениям дефицита влажности воздуха:

$$Z_{m.r} = (5,1 \sum_{IV}^x t) + 306, \quad (3.1)$$

где: $Z_{m.r}$ – годовая величина максимально возможного испарения, мм; $\sum_{IV}^x t$ – сумма среднемесячных температур за период апрель-октябрь.

В качестве примера в таблицах 3.6., 3.7 приведен расчет за 2011 г. (таблицы за каждый расчетный год приведены в приложениях Д, Е). В таблицу 3.7 внесены также месячные осадки, исправленные на ветровой недоучет K_x .

Таблица 3.6 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2011г.

(составлено автором)

| | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
| Температура воздуха, °С | 11,3 | 18,6 | 17,3 | 14,5 | 12,9 | 5,9 | -62,5 |
| Дефицит влажности воздуха (d) | 8,0 | 7,5 | 7,1 | 5,0 | 5,7 | 2,5 | 2,8 |
| Zm, мм | 150,78 | 136,42 | 129,24 | 93,34 | 107,7 | 43,08 | 50,26 |

Таблица 3.7–Расчет средней влажности активного слоя почвы (Vc) в 2011 г. (составлено автором)

| | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
| Zm, мм | 150,78 | 136,42 | 129,24 | 93,34 | 107,7 | 43,08 | 50,26 |
| Kx, мм | 45,00 | 156,00 | 27,00 | 46,00 | 15,00 | 28,00 | 128,00 |

Расчет величины Vc (средней влажности активного слоя почвы) выполнялся для каждого СФК с одним и теми же значениями осадков Kx и максимально возможного испарения – Zm. При расчете программа VIK выдает значения Vc периода снеготаяния за каждый год и в среднем за расчетный период 2011-2015гг. Последняя величина используется при дальнейших расчетах.

Значения снеготаяния были определены по данным метеостанции с. Викулово. Глубина промерзания определялась по температурам почв на различных глубинах. Затем для каждого СФК определялся показатель влагозапасов в почве по формуле 3.2.:

$$Wc = HB * Vc, \quad (3.2)$$

где: Wc – влагозапасы метрового слоя почвы; HB – наименьшая влагоемкость активного слоя почвы, мм; Vc – средняя влажность активного слоя в долях наименьшей влагоемкости.

Подготовленные данные заносились в программу для расчетов весеннего стока SWS-7.

Расчет производился за период 2011-2015гг. для современного состояния природопользования. В таблице 3.8 представлены значения метеоданных и рассчитанная величина стока весеннего половодья.

Как мы видим из таблицы, величины стока отличаются друг от друга. Наибольший слой стока отмечается на луге суходольном на среднесуглинистых почвах – 72,5 мм, наименьшее значение стока имеет пашня – 26,56 мм.

Таблица 3.8 – Количественные характеристики современного землепользования, метеоданные и результаты расчетов весеннего стока с территории водосбора р. Барсук (составлено автором)

| №СФК | S, км ² | Коэф. фильтрации, м/с | Уклон, ‰ | Метеоданные | | | Весенний слой стока, мм |
|------|--------------------|-----------------------|----------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------------|
| | | | | рw | Снегозапасы, мм | Глубина промерзания, м | |
| 1 | 117,78 | 0,20 | 1,5 | 0,6 | 75 | 0,95 | 26,56 |
| 2 | 64,55 | 0,16 | 1,5 | 0,5 | 75 | 0,95 | 28,17 |
| 3 | 26,14 | 0,06 | 0,2 | 0,64 | 75 | 0,95 | 35,62 |
| 4 | 18,14 | 0,5 | 0,3 | 0,63 | 75 | 0,95 | 47,17 |
| 5 | 2,51 | 0,1 | 0,2 | 0,65 | 75 | 0,95 | 66,14 |
| 6 | 17,48 | 0,18 | 0,3 | 0,63 | 75 | 0,95 | 38,06 |
| 7 | 23,37 | 0,11 | 0,1 | 0,62 | 75 | 0,95 | 31,69 |
| 8 | 6,04 | 1,2 | 0,7 | 0,65 | 75 | 0,95 | 16,53 |
| 9 | 7,31 | 0,10 | 0,5 | 0,59 | 75 | 0,95 | 56,91 |
| 10 | 13,22 | 0,12 | 1,5 | 0,5 | 75 | 0,95 | 49,61 |
| 11 | 1,49 | 0,05 | 0,2 | 0,65 | 75 | 0,95 | 66,39 |
| 12 | 6,81 | 0,06 | 0,4 | 0,63 | 75 | 0,95 | 59,69 |
| 13 | 5,33 | 0,08 | 0,3 | 0,63 | 75 | 0,95 | 61,31 |
| 14 | 2,91 | 0,2 | 0,5 | 0,62 | 75 | 0,95 | 62,11 |
| 15 | 8,66 | 0,4 | 0,7 | 0,63 | 75 | 0,95 | 72,50 |
| 16 | 11,21 | 0,5 | 0,1 | 0,65 | 75 | 0,95 | 53,38 |
| 17 | 14,66 | 0,32 | 2,5 | 0,7 | 75 | 0,95 | 59,59 |
| 18 | 35,36 | 0,54 | 1,5 | 0,76 | 100 | 0,5 | 35,30 |
| 19 | 118,58 | 1,1 | 0,4 | 0,7 | 100 | 0,5 | 30,61 |
| 20 | 45,92 | 0,8 | 0,3 | 0,79 | 100 | 0,5 | 37,87 |
| 21 | 59,74 | 0,7 | 0,3 | 0,7 | 100 | 0,5 | 36,60 |
| 22 | 82,02 | 1,65 | 0,7 | 0,78 | 100 | 0,5 | 25,85 |
| 23 | 25,37 | 0,1 | 0,3 | 0,78 | 100 | 0,5 | 57,70 |
| 24 | 47,92 | 0,3 | 0,4 | 0,77 | 100 | 0,5 | 67,36 |
| 25 | 33,95 | 0,5 | 0,1 | 0,79 | 100 | 0,5 | 21,50 |
| 26 | 34,35 | 0,04 | 0,1 | 0,78 | 100 | 0,5 | 51,80 |
| 27 | 137,5 | 20 | 0,1 | 0,69 | 105 | 0,45 | 35,2 |

Среднее значение стока со всего водосбора может быть определено как весовое среднее, где в качестве веса выступает площадь, занятая тем или иным ландшафтным комплексом(3.3):

$$h=(h_1f_1+h_2f_2+\dots+h_nf_n)/F, \quad (3.3)$$

где: h – слой стока со всего водосбора, мм; h₁, h₂, h_n – слой стока с того или иного ландшафтного комплекса, мм; f₁, f₂, f_n – площадь водосборов ландшафтных комплексов, км²; F – площадь водосбора.

Рассчитанное среднее значение стока со всего водосбора составило 39,4 мм.

Расчет годового стока был произведен с помощью формулы, описывающей закономерную связь весеннего и годового стока реки Барсук (3.4):

$$h_r = 1,27h_b + 3,44 \quad (3.4)$$

где: h_r – годовой слой стока, мм; h_b – весенний слой стока, мм.

При современном землепользовании по укрупнённым показателям (таблица 3,9) среднегодовой сток, рассчитанный с использованием формулы, составляет 53,7мм.

Таблица 3.9 – Укрупненные показатели современного землепользования и сток реки Барсук за 2011-2015гг. (составлено автором)

| № | Угодья | Площадь, км2 | Площадь, % | Весенний сток, мм | Годовой сток, мм |
|---|------------------|--------------|------------|-------------------|------------------|
| 1 | Пашня | 276 | 28,0 | 36,2 | 49,4 |
| 2 | Луг суходольный | 57 | 5,8 | 60,2 | 79,9 |
| 3 | Луг пойменный | 15 | 1,5 | 69,6 | 79,1 |
| 4 | Лес | 449 | 45,8 | 39,0 | 62,9 |
| 5 | Лес заболоченный | 34,35 | 3,5 | 51,8 | 69,2 |
| 6 | Болото | 137,5 | 14 | 35,2 | 48,1 |
| | Итого | 979,95 | 100 | 36,4 | 53,7 |

Также нами проводились наблюдения за химическим составом вод реки с июля 2012 года по май 2014 год. Всего за это время было взято 9 проб воды, 6 из которых анализировались в химической лаборатории ТюмГУ, а 3 – в химической лаборатории Тюменского ЦГМС.

Пробы отбирались во все фазы водного режима: летнее-осеннюю межень (середина сентября), зимнюю межень (начало марта), весеннее половодье (начало мая). Это позволило проследить изменение химического состава вод р. Барсук в течении года (таблица Ж.1; Ж.2).

Проанализировав результаты анализа проб воды, прослеживается изменение рН воды по сезонам годам от 6,73 зимой до 8,08 осенью, что соответствует повышению минерализации воды.

Пробы воды периода 2012-2013 г отбирались 500 метров выше и ниже по течению от с. Озерное. Это позволило проследить влияние населенного пункта на качество воды в реке. В результате полученных данных прослеживается увеличение всех представленных показателей.

Так в период летне-осенней межени, концентрация аммония увеличилась в 49 раз. До села она составляла 0,37 мг/л, после села- 18,3 мг/л. Значительное увеличение концен-

трации наблюдается так же и у таких элементов как натрий (до села – 91,42 мг/л, после – 107,88 мг/л); сульфаты (до села 71 мг/л, после -87,88 мг/л).

В период зимней межени значительное увеличение концентрации наблюдается у таких элементов как натрия (до села 93,34 мг/л, после села -120,17 мг/л); хлориды (115 мг/л до села, 147 мг/л – после села); сульфаты (74,44 мг/л –до села, 96,3 мг/л после села). Концентрация аммония в этот период значительно уменьшается и составляет 0,36 мг/л ниже по течению от с. Озерное.

В период весеннего половодья наблюдается увеличение концентрации представленных элементов как выше по течению, так и ниже по течению от с. Озерное. Так, концентрация аммония в этот период до села составила 140,9 мг/л, после села 196,4 мг/л; содержание сульфатов увеличилось с 54,0 мг/л до 202,8 мг/л.

Во все фазы водного режима реки наблюдается и увеличение показателей биогенных элементов, таких как нитраты, нитриты, фториды.

Сравнив полученные данные о концентрации ингредиентов отобранных проб воды у с. Озерное с ПДК рыбохозяйственных водоемов, отмечается превышение нормативного показателя у аммония в период летнее-осенней межени и весеннего половодья (превышение в 280 раз), что связано с поступление данного вещества с поверхностным стоком с с.Озерное; так же наблюдается повышение концентрации фторидов во все фазы водного режима (превышение ПДК в 3,6 раз); превышение нитритов, отмечается во все фазы водного режима (в 3,5 раз); в период весеннего половодья отмечается так же превышение сульфатов в 2 раза.

Пробы воды периода 2014 года отбирались у с. Калинино. Содержание химических веществ менялось в зависимости от фазы водного режима (таблица 3.10).

Таблица 3.10– Химический анализ вод реки Барсук (с. Калинино)

| Наименование ингредиента | Единица измерения | Результат измерения/дата отбора проб | | | ПДК*, мг/л |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------|------------|------------|
| | | 07.02.14г | 28.09.14г | 9.05. 14 г | |
| рН | | 7,72 | 8,1 | 7,8 | - |
| БПК-5 | мг/дм ³ | 6,36 | 3,5 | 4,89 | 2,0 |
| Кислород | мг/дм ³ | 2,23 | 7,62 | 8,86 | 4,0 |
| Хлориды | мг/дм ³ | 132,9 | 119,64 | 29,42 | 300, |
| Сульфаты | мг/дм ³ | 122,28 | 126,85 | 33,62 | 100,0 |
| Кальций | мг/дм ³ | 114,63 | 104,45 | 56,91 | 180 |
| Жесткость | ммоль/дм ³ экв | 10,16 | 8,84 | 4,32 | - |
| Кремний | мг/дм ³ | 13,36 | 5,64 | 4,28 | 10 |
| Азот аммонийный | мг/дм ³ | 0,052 | 0,035 | 0,74 | 0,4 |
| Азот нитритный | мг/дм ³ | 0,041 | 0,006 | 0,007 | 0,02 |
| Азот нитратный | мг/дм ³ | 0,092 | 0,256 | 0,425 | 9,1 |

| Наименование ин- гредиента | Единица измерения | Результат измерения/дата отбора проб | | | ПДК*, мг/л |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------|------|------------|
| | | | | | |
| Железо общ. | мг/дм ³ | 0,05 | 0,03 | 0,23 | 0,1 |
| Медь | мкг/дм ³ | 0,003 | 0,019 | 2,3 | 1,0 |
| Марганец | мкг/дм ³ | 0,39 | 0,202 | 28,8 | 10,0 |

* Предельно допустимая концентрация по «Перечню рыбохозяйственных нормативов: Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение».

Во все фазы водного режима наблюдается преобладание таких элементов, как сульфаты, хлориды.

Среди биогенных загрязнителей наибольшая концентрация в период весеннего половодья наблюдается азота аммонийного, азота нитратного. В период летнее-осенней и зимней межени наибольшая концентрация наблюдается у азота нитратного.

Сравнив концентрацию данных элементов в воде реки Барсук у с. Калинино с ПДК рыбохозяйственных водоемов, отмечается превышение в зимнюю межень: сульфатов - в 1,2 раза; кремния – в 1,3 раза; азота нитритного – в 2 раза.

В летнее-осеннюю межень выявлено превышение ПДК у сульфатов – 1,2 раза.

Сопоставив результаты концентрации химических элементов в водах реки Барсук у с. Озерное и у с. Калинино, мы видим, что при движении к устью реки выявляется превышение содержания таких биогенных элементов, как азота аммонийного и нитритного, которое объясняется поступлением их поверхностным стоком с водосбора реки от сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов.

Превышение азота аммонийного и нитритного в период весеннего половодья, свидетельствует о его поступлении в реку с поверхностным (талым) стоком как с сельскохозяйственных угодий, так и с населенных пунктов, в которых централизованное отведение сточных вод отсутствует.

Повышенная концентрация нитрита в осеннее-зимний период свидетельствует о увеличении распада органического вещества в это время и переход органического вещества в минеральное, вызывая загрязнение водного объекта. Повышенное содержание данного вещества в весенний период, говорит о поступлении вод с сельскохозяйственных полей, удобряемых азотными удобрениями.

Анализ концентрации растворенного кислорода и БПК-5, показал, что в зимнее время биологическое потребление кислорода увеличивается, а содержание растворенного кислорода уменьшается. Уменьшение кислорода связано, с ледоставом, который характеризуется большой глубиной промерзания и нарушением кислородного режима реки. Так,

при полевых исследованиях, глубина льда на реке составила в среднем 75 см, на некоторых участках реки наблюдалось ее промерзание до дна.

В весенний и летне-осенний период наблюдается превышение нормативов БПК-5 и растворенного кислорода. Это происходит в следствии улучшенного воздухообмена и выделения кислорода водной растительностью при фотосинтезе, с одной стороны. С другой стороны, прирост большого органического вещества и его разложение вызывает повышение затрат кислорода. За счет этого происходит «цветение» воды в водоеме

Проанализировав содержание металлов в пробах воды реки Барсук, выявлено повышенное содержание железа, меди, марганца. Стоит отметить, что эти элементы являются типичными для нашего региона и высокое содержание железа связано с его подвижностью в восстановительной глеевой среде.

По полученным химическим данным, для оценки качества воды был рассчитан индекс загрязненности воды. ИЗВ рассчитывался как среднее из 6 индексов: кислород, БПК-5 и четырем загрязнителям превышающим ПДК.

Расчет ИЗВ для летне-осенней межени 2012 года невозможен, так как количество веществ, превышающих ПДК не соответствует заявленным требованиям. При этом отмечается превышение нормативов таких элементов, как аммоний, фториды и нитриты.

Для определения ИЗВ в период зимней межени 2012-2013 года были взяты следующие ингредиенты- загрязнители: натрий, фторид, нитрит, железо, цинк, никель. В итоге получились следующие результаты:

$$\text{ИЗВ} = 1/6 * (120,17/120 + 0,13/0,05 + 0,03/0,02 + 0,29/0,1 + 0,0302/0,01 + 0,0335) = 44,5/6 = 7,42$$

По классификации качества воды водоемов в зависимости от ИЗВ, в данный период вода в реке относится к категории очень грязных вод.

Определение ИЗВ для весеннего половодья 2013 года невозможно, так как количество веществ, превышающих ПДК не соответствует заявленным требованиям. При этом отмечается превышение таких элементов, как аммония, фторидов и нитритов.

Для определения ИЗВ в зимнюю межень 2013-2014 года были взяты следующие ингредиенты: растворенный кислород, БПК-5, сульфаты, кремний, нитриты. В результате получились следующее значение:

$$\text{ИЗВ} = 1/5 * (6,36/2 + 4/2,23 + 122,28/100 + 13,36/10 + 0,041/0,02) = 9,46/5 = 1,9$$

По классификации качества воды водоемов в зависимости от ИЗВ, в данный период вода в реке относится к категории умеренно загрязненных вод.

Расчет ИЗВ для летнее-осенней межени 2014 года невозможен, так как количество веществ, превышающих ПДК, не соответствует заявленным требованиям. При этом отмечается превышение значения норматива сульфатов.

Для определения ИЗВ в весеннее половодье 2014 года были взяты следующие ингредиенты: растворенный кислород, БПК-5, аммоний, железо, медь, марганец. В результате получились следующее значение:

$$\text{ИЗВ} = 1/6(4,89/2 + 4/8,86 + 0,74/0,4 + 0,23/0,1 + 2,3/1,0 + 28,8/10) = 10,44/6 = 1,74$$

По классификации качества воды водоемов в зависимости от ИЗВ, в данный период вода в реке относится к категории умеренно загрязненных вод.

3.3 Динамика гидрологического режима модельного водосбора подтаежной зоны Тюменского региона

Для выявления динамики гидрологического режима реки Барсук за 20-летний период, провели сравнение данных, полученных в 1991 году, и собственных результатов.

Сравнив структуру землепользования, мы видим что за исследуемый период увеличилось сельскохозяйственное освоение территории. Так, в 1991 году площадь пашни составила 194,3 км², а в 2016 году она увеличилась до 277 км². Но за это время наблюдается значительное сокращение площади болот и лугов. Площадь болот была 246,24 км², а стала 137 км². Площадь лугов в 1991 году составляла 122 км², к 2014 году их площадь сократилась почти в два раза и составила 71,68 км². Также наблюдается увеличение площади лесов с 418,96 км² (1991г) до 483 км² (2016 г). Можно предположить что уменьшение площади лугов и болот связано с их зарастанием и постепенным превращением в лесные сообщества, а так же с тем, что активно ведется распашка новых территорий для сельскохозяйственного комплекса территории.

Сравнивая почвенные карты-схемы, определили, что структура почвенного покрова не изменилась. Так же, как и в 1991 г., на водосборе наибольшее распространение имеют серые лесные почвы, по механическому составу которых преобладают среднесуглинистые и легкосуглинистые. Вторыми по распространению являются болотные почвы, затем луговые легкосуглинистые и среднесуглинистые. Уклон поверхности водосбора так же не изменился, большая его часть характеризуется малыми уклонами не более 0,4%.

Сравнение значений весеннего и годового стока реки на 2016 г и данных 1991 г., мы видим, что его значение увеличилось всего на 1 мм (таблица 3.11)

Таблица 3.11 – Укрупненные показатели землепользования 1991 и 20016 гг.

| № | Угодья | Площадь, км ² (2016) | Весенний сток, мм | Площадь, км ² (1991) | Весенний сток, мм (1991) |
|---|------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Пашня | 276 | 36,2 | 194,3 | 44,3 |
| 2 | Луг суходольный | 57 | 60,2 | 99,48 | 57,35 |
| 3 | Луг пойменный | 15 | 69,6 | 22,80 | 54,5 |
| 4 | Лес | 449 | 39,0 | 418,96 | 41,8 |
| 5 | Лес заболоченный | 34,35 | 51,8 | - | - |
| 6 | Болото | 137,5 | 35,2 | 246,24 | 30,3 |
| | Итого | 979,95 | 36,4 | 980 | 38,4 |

В то же время, наблюдаются существенные различия в показателях стока по отдельным СФК.

По полученным данным мы видим следующую динамику: площадь пашни увеличилась на 82 км², а сток уменьшился на 8мм. Площадь леса увеличилась на 30 км², а сток уменьшился на 2мм.

При уменьшении площади контуров, наблюдается увеличение значения стока, так площадь луга суходольного сократилась на 42 км², а сток его увеличился на 3мм. Площадь луга пойменного уменьшилась на 7 км², а сток увеличился на 15мм. Площадь болот уменьшилось на 108 км², а сток увеличился на 5 мм.

Это связано с влиянием растительности на сток реки. Так, увеличение площади лесов ведет к уменьшению стока, за счет хорошей инфильтрационной способности лесных почв. Просачиванию воды в почву весной способствуют к тому же относительно меньшие интенсивность снеготаяния весной и глубина промерзания почвы зимой по сравнению с полем. Нередко дожди, вызывающие хорошо выраженные паводки в речных бассейнах, лишенных леса, в лесу не образуют паводочного стока.

Так же мы видим роль естественных и искусственных биоценозов. Это особенно заметно на примере пашни и луга пойменного. Как уже было замечено, увеличение пашни привело к уменьшению стока. На них произрастают в основном яровые зерновые, многолетние травы, силосные культуры, а на пойменном луге произрастает луговое разнотравье, которые усиливают удержание влаги в почве. Поэтому сток увеличивается при распашке пойменного луга. Тоже самое прослеживается на луге суходольном.

Одним из главных факторов уменьшения стока с территории пашни является зяблевая вспашки поперек склона. Борозды в этом случае играют роль малых запруд, которые задерживают воду.

В работе «Малые реки в условиях антропогенного воздействия» (Калинин и др., 1998) приводится прогноз 5 вариантов изменения стока с связи с изменением характера землепользования на водосборе.

Сравнив наши расчетов и показатели вариантов изменения, мы видим что на данный момент времени наблюдается развитие событий по варианту №5: величина стока в замыкающем створе равна его значению при современном землепользовании, т.е. дополнительно к существующей пашне распахан луг суходольный и осушены болота. В этом случае весенний сток остается неизменным (38,4мм).

В монографии представлены также результаты химического анализа проб воды р. Барсук, взятой 17 июня 1991 года у с. Калинино (таблица 3.12).

Таблица 3.12 Концентрация химических элементов в воде реки Барсук в летнее-осеннюю межень у с. Калинино за 1991, 2014 гг.

| Ингредиенты | Концентрация вещества, мг/л | | ПДК*, мг/л |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|------------|
| | с. Калинино, 1991 г | с. Калинино, 2014 г | |
| Взвешен. вещества | 51,0 | - | - |
| pH | 7,63 | 8,1 | - |
| Кислород | 7,5 | 7,62 | 4,0 |
| Углерод | 0 | - | - |
| Натрий+калий | 98,5 | - | - |
| Магний | 3,7 | - | - |
| Хлор | 148,9 | 119,64 | 300 |
| Сульфат | 59,5 | 126,85 | 100 |
| Гидрокарбонат | 317,2 | - | - |
| Кальций | 62,1 | 104,45 | 180 |
| Аммоний | 0,5 | 0,035 | 0,4 |
| Нитрит | 0 | 0,006 | 0,02 |
| Нитрат | 0,001 | 0,256 | 9,1 |
| Фосфор | 1,005 | - | - |
| Кремний | 15,3 | 5,64 | 10 |
| Железо | 0,13 | 0,03 | 0,1 |
| Фенолы | 0 | - | - |
| Смолы | 0,02 | - | - |
| Нефтепродукты | 0,04 | - | - |

* Предельно допустимая концентрация по «Перечню рыбохозяйственных нормативов: Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение».

Сравнив результаты химического анализа проб воды, взятой у с. Калинино в летне-осеннюю межень в 1991 году и нами в 2014 году, мы видим, что увеличилось содержание

сульфатов, которые стали превышать ПДК. Также наблюдается увеличение концентрации таких веществ, как аммоний, нитраты, нитриты. Все эти вещества свидетельствуют об увеличении биогенного и хозяйственно-бытового загрязнения реки.

Индекс загрязненности воды, определенный нами показал, что вода в реке Барсук в период зимней межени 2012-2013 года, относится к категории «очень грязная». В зимнюю межень 2013 -2014 года и в весеннее половодье воды в реке Барсук по показателю ИЗВ относятся к категории «умеренно загрязненные». В монографии информация не дифференцирована по фазам водного режима, но определено, что малые реки бассейна реки Ишим относятся к категории «умеренно загрязненные». В соответствии с нашими данными можно констатировать, что в зимнюю межень воды имеют более низкое качество, а в период весеннего половодья качество выше. Однако, во все фазы наблюдается превышение элементов азотной группы, что говорит об увеличивающемся загрязнении вод и, соответственно, ухудшении качества воды в целом.

Выводы

На основании полученных данных, мы можем сделать вывод, что в целом изменений в гидрологическом режиме реки Барсук, как модельного водосбора подтаежной зоны Тюменского региона, за 20-летний период не наблюдается. Это можно проследить по показаниям весеннего и годового стока. В период с 1991 года по 2016 год сток с водосбора увеличился всего на 1 мм.

В то же время, изменение режима землепользования привело в значительным изменениям параметров стока по отдельным стокоформирующим комплексам.

По показателю ИЗВ воды в реке по прежнему характеризуются как умеренно загрязненные, но наблюдается увеличение количества главных загрязнителей: азота аммонийного, нитритного, сульфатов. Эти показатели увеличиваются за счет антропогенной нагрузки на водосбор реки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатами проведенного исследования стали следующие выводы и утверждения:

1. Гидрологический режим – совокупность закономерно повторяющихся изменений гидрологического состояния водного объекта. Его можно описать множеством гидрологических характеристик, в число которых входят сток реки и ее гидрохимическое состояние. Сток – это сложный природный процесс, определенный воздействием комплекса физико-географических факторов и хозяйственной деятельности. Основными факторами стока, обуславливающими его развитие, являются климатические, но для малых водосборов так же велико значение отдельных ландшафтных единиц (стокоформирующих комплексов). Для оценки влияния факторов на сток в настоящее время разработано большое количество методов и способов, которые разделены на несколько групп. В своей работе мы использовали ландшафтно-гидрологический метод, т.к. он применяется для изучения условий формирования стока в пределах различных частей водосбора реки, и для расчета речного стока при недостатке или отсутствии данных гидрологических наблюдений.

2. Проанализировав физико-географические характеристики подтаежной зоны Тюменской области и физико-географические характеристики бассейна реки Барсук, мы можем сказать, что данный водосбор можно считать модельным для данной природной зоны, т.к., во-первых, протекает на территории данной зоны; во-вторых, имеет общие геологические и климатические характеристики; в-третьих, имеет общие гидрологические характеристики с большинством рек, протекающих на данной территории (снеговое питание, три фазы водного режима, сроки начала ледостава и вскрытия реки и т.п.); в-четвертых, распространены одинаковые типы почв и растительность.

3. Изменений в гидрологическом режиме реки Барсук, как модельного водосбора подтаежной зоны Тюменского региона, за 20-летний период не наблюдается. Это можно проследить по показаниям весеннего и годового стока. В период с 1991 года по 2016 год сток с водосбора увеличился всего на 1 мм.

В то же время, изменение режима землепользования привело к значительным изменениям параметров стока по отдельным стокоформирующим комплексам.

По показателю ИЗВ воды в реке по прежнему характеризуются как умеренно загрязненные, но наблюдается увеличение количества главных загрязнителей: азота аммонийного, нитритного, сульфатов. Эти показатели увеличиваются за счет антропогенной нагрузки на водосбор реки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Источники

1. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Росрыболовства от 18 января 2010 г. № 20. – Ст. 214.

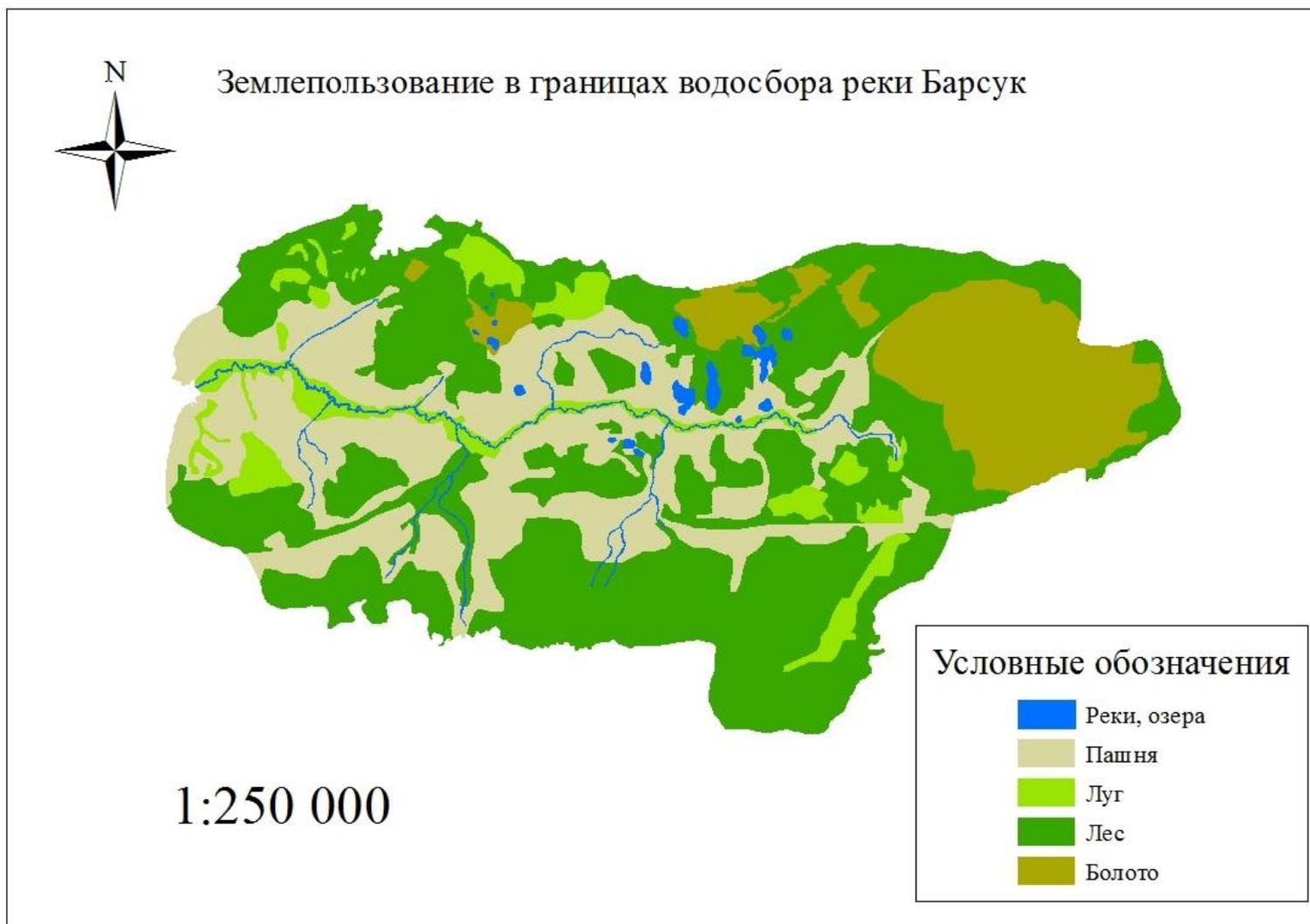
Литература

2. Агрометеобюллетень по сельскохозяйственной зоне Тюменской области за 2007 год.
3. Агрометеобюллетень по сельскохозяйственной зоне Тюменской области за 2008 год.
4. Агрометеобюллетень по сельскохозяйственной зоне Тюменской области за 2009 год.
5. Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 150 с.
6. Атлас Тюменской области, выпуск 1. – Москва: Тюмень, 1971. – 178 с.
7. Бобровицкая Н.Н. Эмпирический метод расчета смыва почвы со склонов / Бобровицкая Н.Н. //Сток наносов, его изучение и географическое распределение. – Л.: Гидрометиздат, 1977. – 240 с.
8. Большая Тюменская энциклопедия / Гл. ред. Г. Ф. Шафранов-Куцев. – 1-е изд. – Тюмень: НИИ региональных энциклопедий ТюмГУ; ИД «Сократ», 2004. – Т. 1. А-З. – 511 с.
9. Быков В.Д., Василев А.В Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 448 с
10. Важнов А.Н Гидрология рек: учебник для вузов/А.Н Важнов – М.: изд. МГУ, 1976. – 340 с
11. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. – Минск: Изд. АН БССР, 1960. – 329 с.
12. Гидрологический ежегодник 1987 г. Том 6 бассейна Карского моря (западная часть). Выпуски 4-6,8,9. – Омск, 1989.-301 с.
13. Давыдов Л.К Общая гидрология: учебник для вузов/ Л.К Давыдов, А.А Дмитриева, Н.Г Конкина – 2-е изд.испр. – Л.: Гидрометеизд., 1973. – 462с.
14. Доклад об экологическом состоянии Тюменской области за 2012 г.- Тюмень
15. Дубровская Л.И, Ермашова Н.А Особенности гидрологического режима малых рек Обь-Томского междуречья – ТГУ, 2001. – 104с.

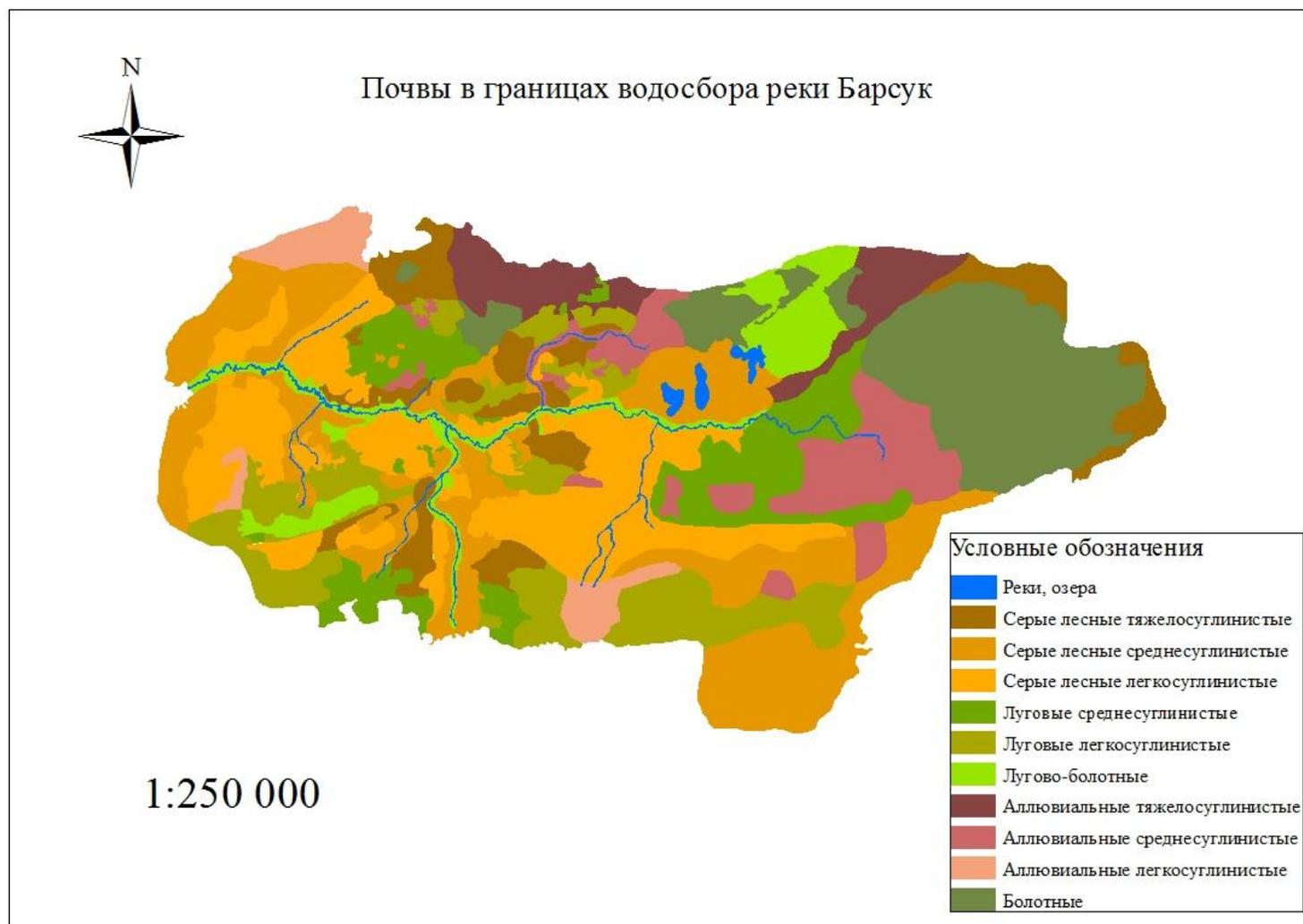
16. Калинин В.М. Малые реки в условиях антропогенного воздействия (на примере Восточного Зауралья) / М.В. Калинин, С.И. Ларин, И.М. Романова. – Тюмень: издат. ТюмГУ, 1998. – 219 с.
17. Калинин В.М. Экологическая гидрология: учеб. Пособие / В.М. Калинин; Тюменский государственный университет – Тюмень: издат. ТюмГУ, 2008. – 144с
18. Каретин Л.Н. Почвы юга Тюменской области. – Новосибирск: Наука. – 1990. – 286 с
19. Космоснимки М 1:100000 с программы SAS. Планета
20. Коронкевич Н.И. Водный баланс русской равнины и его антропогенные изменения. – М.: Наука, 1990. – 204 с.
21. Коротный Л.М. Водные ресурсы Ангаро-Енисейского региона (геосистемный анализ) / Л.М. Коротный, Л.А. Безруков. – Новосибирск: Наука. – 1990. – 214 с.
22. Лезин В. А. Реки Тюменской области (южные районы). Справочное пособие. – Тюмень: издат. ТюмГУ, 1999.- 196 с.
23. Львович М.И. Вода и жизнь / М.И. Львович. – М.: Мысль, 1986. – 254с.
24. Методические рекомендации по оценке выноса биогенных элементов поверхностным стоком. – М.: Изд-во ВАСХНИИЛ, 1985. – 32 с.
25. Методические рекомендации по расчету поступления биогенных элементов в водоемы от рассредоточенных нагрузок и установлению водоохраных мероприятий. – М.: ВО «Союзводпроект», 1988. – 87 с.
26. Михайлов В.Н. Гидрология: учебник для вузов / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов – 2-е изд. испр. – М.: высш. шк., 2007. – 463с
27. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор / СО РАН. ГПНТБ. Ин-т водных и экол. проблем. – Барнаул: День, 2000. – 130 с.
28. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства.- Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 65с.
29. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Гидрометеиздат, 1989. – 263с
30. Охрана окружающей среды / А.М. Владимиров, Ю.И. Ляхин, Л.Т. Матвеев и др. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. – 159с.
31. Полянин В.О. Ландшафтно-гидрологический подход к моделированию стока воды с речного водосбора [Текст]: диссертация к.г.н. 61:05-11/27/Полянин В.О – М., - 2003

32. Проект внутрихозяйственного землеустройства совхоза «Озернинский» Викуловского района Тюменской области. М 1:25000: Институт ЗАПСИБГИПРОЗЕМ Тюменский филиал, 1981. – 1 к.
33. Проект внутрихозяйственного землеустройства совхоза «Коточиговский» Викуловского района Тюменской области. М 1:25000: Институт ЗАПСИБГИПРОЗЕМ Тюменский филиал, 1981. – 1 к.
34. Проект внутрихозяйственного землеустройства совхоза «Калининский» Викуловского района Тюменской области. М 1:25000: Институт ЗАПСИБГИПРОЗЕМ Тюменский филиал, 1981. – 1 к.
35. Почвенная карта совхоза «Озернинский» Викуловского района Тюменской области. М 1:25000: Институт ЗАПСИБГИПРОЗЕМ Тюменский филиал, 1981. – 1 к.
36. Почвенная карта совхоза «Коточиговский» Викуловского района Тюменской области. М 1:25000: Институт ЗАПСИБГИПРОЗЕМ Тюменский филиал, 1981. – 1 к.
37. Почвенная карт совхоза «Калининский» Викуловского района Тюменской области. М 1:25000: Институт ЗАПСИБГИПРОЗЕМ Тюменский филиал, 1981. – 1 к.
38. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 15 Алтай и Западная Сибирь, вып. 3 Нижний Иртыш и Нижняя Обь. / под ред. канд. техн. наук В. Е. Водогрецкого. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. – 422 с.
39. Справочник по гидрохимии /под ред. д-ра геол.-минер. наук А.М Никанорова. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – 391 с.
40. Телицин В.Л. Мероприятия по снижению загрязненности и вымыванию питательных веществ из осушаемых почв (на примере Зауралья) // Водные ресурсы. – 1989. - №5. – С. 120-126.
41. Топографическая карта М 1:100000.
42. Физико-географическое районирование Тюменской области / под ред. проф. Н.А. Гвоздецкого. – М.: МГУ. – 1973. – 248 с.
43. Хренов В. Я. Почвы Тюменской области: Словарь-справочник. Екатеринбург: УрОРАН. - 2002. - 156 с.
44. Хрисанов Н.И. Управление эвтрофированием водоемов / Н.И. Хрисанов, Т.К.Осипов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 278 с

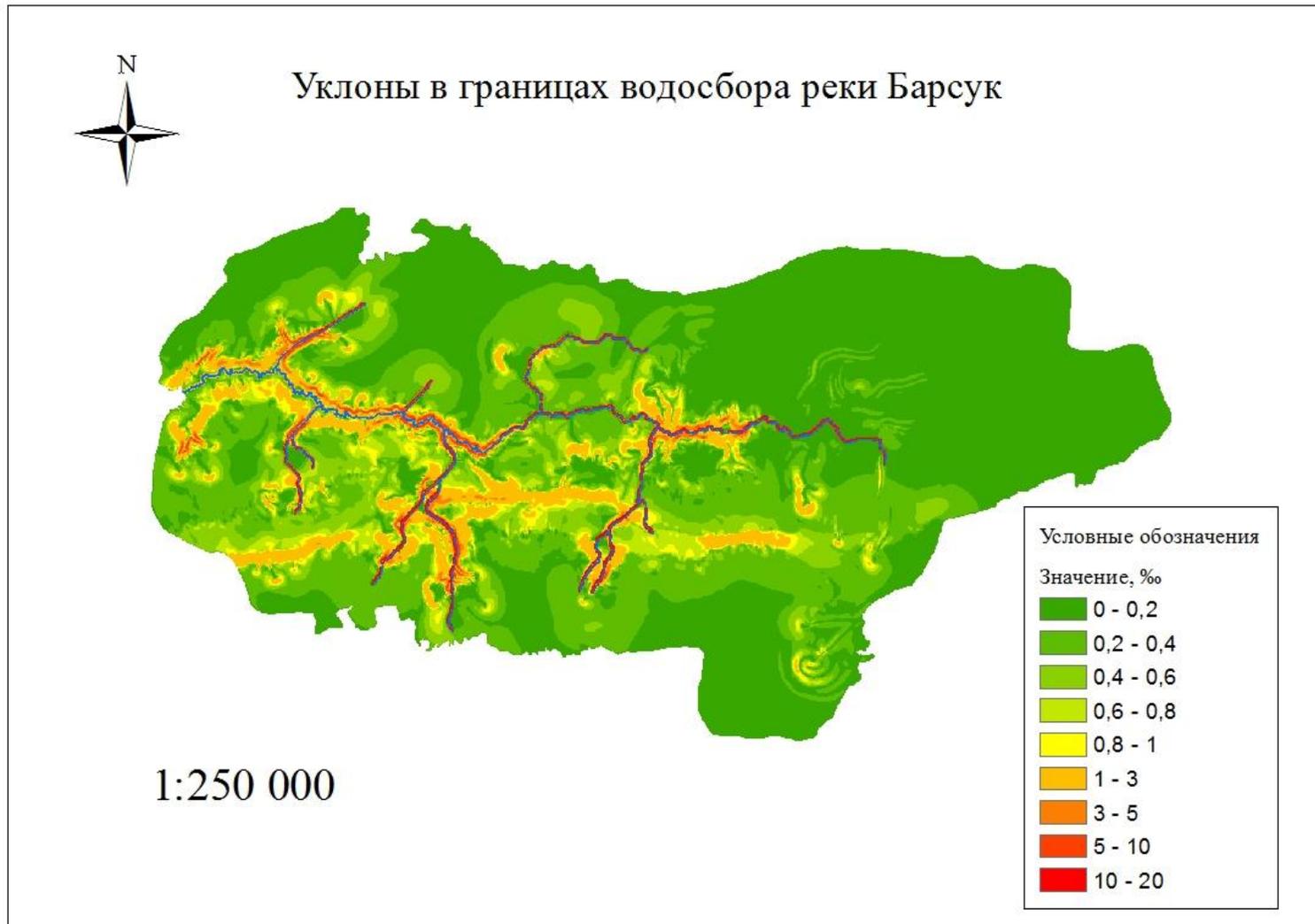
ПРИЛОЖЕНИЕ А



ПРИЛОЖЕНИЕ Б



ПРИЛОЖЕНИЕ В



ПРИЛОЖЕНИЕ Г



Условные обозначения карты стокоформирующих комплексов водосбора реки Барсук

| | |
|---|--|
|  | Реки, озера |
|  | Болото |
|  | Лес на серых лесных тяжелосуглинистых почвах |
|  | Лес на серых лесных среднесуглинистых почвах |
|  | Лес на серых лесных легкосуглинистых почвах |
|  | Лес на аллювиальных тяжелосуглинистых почвах |
|  | Лес на аллювиальных среднесуглинистых почвах |
|  | Лес на аллювиальных легкосуглинистых почвах |
|  | Лес на луговых среднесуглинистых почвах |
|  | Лес на луговых легкосуглинистых почвах |
|  | Лес заболоченный |
|  | Луг пойменный |
|  | Луг суходольный на луговых легкосуглинистых почвах |
|  | Луг суходольный на луговых среднесуглинистых почвах |
|  | Луг суходольный на аллювиальных легкосуглинистых почвах |
|  | Луг суходольный на аллювиальных среднесуглинистых почвах |
|  | Луг суходольный на аллювиальных тяжелосуглинистых почвах |
|  | Луг суходольный на серых лесных легкосуглинистых почвах |
|  | Луг суходольный на серых лесных тяжелосуглинистых почвах |
|  | Луг суходольный на серых лесных среднесуглинистых почвах |
|  | Пашня на аллювиальных тяжелосуглинистых почвах |
|  | Пашня на аллювиальных среднесуглинистых почвах |
|  | Пашня на лугово-болотных почвах |
|  | Пашня на луговых легкосуглинистых почвах |
|  | Пашня на луговых среднесуглинистых почвах |
|  | Пашня на серых лесных среднесуглинистых почвах |
|  | Пашня на серых лесных легкосуглинистых почвах |
|  | Пашня на серых лесных тяжелосуглинистых почвах |

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2012г. (составлено автором).

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|-------------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|------|--------|
| Температура воздуха, °С | 12,0 | 19,6 | 21,3 | 16,8 | 11,4 | 4,8 | -63,6 |
| Дефицит влажности воздуха (d) | 7,9 | 8,3 | 9,1 | 6,5 | 4,3 | 2,5 | 7,5 |
| Zm, мм | 126,82 | 134,28 | 149,2 | 104,44 | 67,14 | 37,3 | 119,36 |

Таблица Д.2 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2013г. (составлено автором).

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|-------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Температура воздуха, °С | 8,9 | 16,2 | 19,3 | 16,7 | 9,8 | 1,9 | -63,9 |
| Дефицит влажности воздуха (d) | 5,3 | 8,2 | 7,1 | 5,2 | 3,3 | 1,6 | 7,4 |
| Zm, мм | 95,06 | 149,38 | 129,01 | 95,06 | 61,11 | 27,16 | 129,01 |

Таблица Д.3 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2014г. (составлено автором)

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|-------------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Температура воздуха, °С | 12,0 | 16,9 | 14,9 | 18,3 | 7,5 | -1,6 | -54,0 |
| Дефицит влажности воздуха (d) | 8,5 | 9,4 | 5,1 | 7,3 | 3,0 | 1,2 | 6,7 |
| Zm, мм | 137,34 | 150,42 | 78,48 | 117,72 | 45,78 | 19,62 | 104,64 |

Таблица Д.4 – Расчет максимально возможного испарения по ст. Викулово в 2015г. (составлено автором)

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|-------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Температура воздуха, °С | 13,2 | 20,0 | 17,0 | 13,5 | 9,4 | 1,0 | -44,4 |
| Дефицит влажности воздуха (d) | 8,2 | 10,2 | 5,9 | 4,2 | 4,1 | 2,3 | 8,1 |
| Zm, мм | 130,15 | 164,40 | 95,90 | 68,50 | 68,50 | 34,25 | 130,15 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Е.1 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2012 году (составлено автором)

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Zm,мм | 126,82 | 134,28 | 149,2 | 104,44 | 67,14 | 37,3 | 119,36 |
| Kx, мм | 48,00 | 160,00 | 32,00 | 25,00 | 54,00 | 41,00 | 125,4 |

Таблица Е.2 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2013 году (составлено автором)

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Zm,мм | 95,06 | 149,38 | 129,01 | 95,06 | 61,11 | 27,16 | 129,01 |
| Kx,мм | 53,00 | 38,00 | 77,00 | 25,00 | 32,00 | 24,00 | 193,00 |

Таблица Е.3 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2014 году (составлено автором)

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| Zm,мм | 137,34 | 150,42 | 78,48 | 117,72 | 45,78 | 19,62 | 104,64 |
| Kx, мм | 24,00 | 38,00 | 192,00 | 19,00 | 39,00 | 59,00 | 163 |

Таблица Е.4 - Данные для расчета средней влажности активного слоя почвы (V_c) в 2015 году (составлено автором)

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Zm,мм | 130,15 | 164,40 | 95,90 | 68,50 | 68,50 | 34,25 | 130,15 |
| Kx,мм | 66,00 | 26,00 | 141,00 | 90,00 | 27,00 | 46,00 | 170 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица Ж.1 Химический анализ вод реки Барсук (с. Озерное)

| Дата отбора проб | Место отбора проб | УЭП ¹ | pH | Углерод | Литий | Натрий | Аммоний | Калий | Магний | Кальций | Фторид | Хлорид | Нитрит | Бромид | Нитрат | Сульфат |
|------------------|-----------------------------------|------------------|------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 19.09.12 г | 500м выше по течению от с.Озерное | 1280 | 8,08 | 656,6 | 0,01 | 107,88 | 0,37 | 2,88 | 26,97 | 116,14 | 0,07 | 113,81 | 0,07 | 0,03 | 3,48 | 71 |
| | 500м ниже по течению от с.Озерное | 1445 | 8,03 | 651,7 | 0,01 | 91,42 | 18,2 | 3,57 | 31,95 | 119,93 | 0,11 | 137,16 | 0,03 | 0,05 | 4,25 | 87,88 |
| 09.03.13 г | 500м выше по течению от с.Озерное | 1294 | 6,73 | 551,6 | 0,01 | 93,34 | 0,26 | 3,19 | 25,62 | 119,8 | 0,13 | 115,73 | 0,02 | 0,04 | 3,67 | 74,44 |
| | 500м ниже по течению от с.Озерное | 1587 | 7,03 | 610,2 | 0,01 | 120,17 | 0,36 | 3,69 | 30,78 | 121,86 | 0,18 | 147 | 0,03 | 0,06 | 3,76 | 96,3 |
| 5.05.13г | 500м выше по течению от с.Озерное | 394 | 7,22 | 195,5 | 0,05 | 42,1 | 140,9 | 15,6 | 31,9 | 580,5 | 0,3 | 34,9 | 0,4 | 0,1 | 5,4 | 54,0 |
| | 500м ниже по течению от с.Озерное | 446 | 7,24 | 218,5 | 0,07 | 50,3 | 196,4 | 17,0 | 37,9 | 1037,4 | 0,3 | 46,0 | 0,4 | 0,1 | 6,8 | 202,8 |
| ПДК*, мг/л | | - | - | - | 0,08 | 120 | 0,4 | 50,0 | 40,0 | 180,0 | 0,05 | 300,0 | 0,02 | 1,35 | 9,1 | 100,0 |

* Предельно допустимая концентрация по «Перечню рыбохозяйственных нормативов: Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение»

Таблица Ж.2 Химический анализ вод реки Барсук на содержание металлов (с. Озерное)

| Дата отбора проб | Место отбора проб | Железо, мг/л | Марганец, мг/л | Медь, мг/л | Свинец, мг/л | Никель, мг/л | Цинк, мг/л | Кобальт, мг/л | Кадмий, мг/л | Хром, мг/л |
|------------------|-----------------------------------|--------------|----------------|------------|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|------------|
| 19.09.12г | 500м выше по течению от с.Озерное | 0,134 | 0,108 | 0,0388 | 0,000988 | 0,485 | 0 | 0,00407 | 0,000994 | 0,00923 |
| | 500м ниже по течению от с.Озерное | 0,245 | 0,128 | 0,034 | 0,0008 | 0,48 | 0,00181 | 0,00409 | 0,00099 | 0,00945 |
| 9.03.13г | 500м выше по течению от с.Озерное | 0,29 | 0,324 | 0,0356 | 0,000596 | 0,335 | 0,0302 | 0,00322 | 0,000652 | 0,0125 |
| | 500м ниже по течению от с.Озерное | 0,301 | 0,374 | 0,0409 | 0,000598 | 0,336 | 0,0877 | 0,00287 | 0,000739 | 0,0119 |
| ПДК*, мг/л | | 0,1 | 10,0 | 1,0 | 0,006 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,005 | 0,07 |

¹ УЭП – удельная электропроводность.