


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра физической географии и экологии

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ

Директор Института наук о Земле
к.г.н., доцент


В.Ю. Хорошавин,
«25» _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

**ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БАССЕЙНА РЕКИ ТОБОЛ
В ПРЕДЕЛАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

05.04.02 География

Магистерская программа «Ландшафтное планирование»

Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения



Муромцева
Анастасия
Андреевна

Научный руководитель
к. г. н., доцент



Хорошавин
Виталий
Юрьевич

Рецензент
д.г.н., заведующий кафедрой
гидрологии и охраны водных
ресурсов географического
факультета Пермского
государственного национального
исследовательского университета



Калинин
Виталий
Германович

г. Тюмень, 2019

АННОТАЦИЯ

Бассейн р. Тобол является важнейшей водохозяйственной системой, обеспечивающей практически все отрасли водопользования и водопотребления настоящего общества, как в пределах своего водосбора, так и в близлежащих населенных пунктах. В связи с этим, особую актуальность приобретает осведомленность подлинными гидрологическими данными в пределах водосбора, особенно в летний период года, когда сток рек является лимитирующим фактором. Данная потребность удовлетворяется посредством ландшафтно-гидрологической оценки.

Объектом исследования выступает бассейн (водосбор) реки Тобол в пределах Российской Федерации. В качестве предмета исследования принята ландшафтно-гидрологическая оценка минимального летнего стока бассейна (водосбора) реки Тобол в пределах Российской Федерации.

В работе рассмотрена как теоретическая составляющая ландшафтно-гидрологической оценки бассейна, так и методологические основы ландшафтно-гидрологического картографирования, а также последовательность данной процедуры, дана характеристика природных компонентов в аспекте их влияния на сток рек исследуемого бассейна в период летней межени.

Практическую значимость имеют составленные и проанализированные карты гидрологической значимости и чувствительности ландшафтов, а так же карты, отражающие особенности распространения статистических параметров минимального летнего стока. В последней главе работы представлены результаты планирования по направлениям хозяйственного использования и перспективам развития бассейна реки Тобол в период летней межени.

Результаты исследования могут быть использованы для целей гидрологического обоснования современных и перспективных проектов по орошению земель, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водоснабжения в бассейне.

Ключевые слова: ландшафтно - гидрологическая оценка, ландшафтно-гидрологический анализ, ландшафтно-гидрологическая организация бассейна, гидрологическая чувствительность, гидрологическая значимость, зонирование водосбора, минимальный летний сток, летний меженный период.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	8
1.1 Литературный обзор.....	8
1.2 Теоретическая составляющая ландшафтно- гидрологической оценки.....	12
1.3 Последовательность ландшафтно- гидрологической оценки	17
1.4 Методологические основы ландшафтно- гидрологического картографирования.....	18
ГЛАВА 2 ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ БАССЕЙНА РЕКИ ТОБОЛ.....	21
2.1 Географическое положение	21
2.2 Климатические и метеорологические факторы	21
2.3 Факторы подстилающей поверхности бассейна.....	24
2.3.1 Геологические условия и рельеф	24
2.3.2 Почвы	25
2.3.3 Растительность	26
2.3.4 Водные объекты	27
2.4. Гидрогеологические условия.....	30
ГЛАВА 3 ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ	32
3.1 Анализ исходных данных	32
3.2 Ландшафтно-гидрологические особенности и закономерности распределения минимального летнего стока в бассейне р. Тобол.....	33
3.3 Гидрологическое значение ландшафтов	39
3.4 Гидрологическая чувствительность ландшафтов.....	43
ГЛАВА 4 УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ БАССЕЙНА РЕКИ ТОБОЛ С УЧЕТОМ ЛАНДШАФТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ.....	46
4.1 Конфликты и проблемы использования водных ресурсов в период летней межени	46
4.2 Зонирование бассейна реки Тобол по направлениям хозяйственного использования и перспективам развития в период летней межени	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	62
ПРИЛОЖЕНИЕ В	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	76

ВВЕДЕНИЕ

Бассейн р. Тобол является важнейшей водохозяйственной системой, обеспечивающей хозяйственно-питьевое водоснабжение, забор водных масс на орошение земель, удовлетворение коммунально-бытовых нужд, а также поддержание биопродуктивности водохранилищ, русел и озер- стариц. Отсутствие систематизированной ландшафтно-гидрологической информации по бассейну затрудняет процесс принятия оптимально правильных решений хозяйствования в его пределах. Поэтому в настоящее время важно не только постоянно обновлять имеющиеся данные, но и переходить к новым подходам интерпретации гидрологической информации.

В связи с тем, что речные бассейны представляют собой целостные образования, выстроенные иерархически и обособившиеся в ходе исторического развития территории в единых орографических границах по причине действия однонаправленных потоков вещества и энергии, появляется возможность рассматривать их как функционально-целостные геосистемы, которые целесообразно исследовать с помощью ландшафтно-гидрологического подхода. Этот подход позволяет учесть нюансы водопользования при взаимодействии и взаимопроникновении всех природных компонентов в ландшафте.

Ландшафтно-гидрологические исследования бассейна Тобола – актуальная в современное время тема, вследствие активного хозяйственного и промышленного его освоения, трансграничного положения, а отсутствие подобных комплексных исследований подчеркивает ее новизну.

Объектом исследования выступает бассейн (водосбор) реки Тобол в пределах Российской Федерации.

Предмет - ландшафтно-гидрологическая оценка минимального летнего стока бассейна (водосбора) реки Тобол в пределах Российской Федерации.

Цель работы - провести ландшафтно-гидрологическую оценку бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации на примере минимального летнего стока.

В связи с поставленной целью в исследовательской работе решались следующие задачи:

1. Ознакомиться с теоретической составляющей ландшафтно-гидрологического анализа и аспектами методологических основ ландшафтно-гидрологического картографирования;
2. Определить изученность проблемы реализуемого исследования в целом и относительно бассейна р. Тобол, в частности;
3. Рассмотреть ландшафтно-гидрологическую организацию территории бассейна с учетом гидрологических свойств природных компонентов в период летней межени;

4. Картографировать статистические параметры минимального летнего стока рек бассейна Тобола в пределах Российской Федерации и определить закономерности их распространения;

5. Выделить категории гидрологического значения и гидрологической чувствительности ландшафтов для формирования минимального летнего стока бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации с последующим картографированием данных;

6. Выявить основные направления современного водопользования в бассейне реки Тобол в пределах Российской Федерации;

7. Зонировать бассейн реки Тобол в пределах Российской Федерации по направлениям хозяйственного использования и перспективам развития.

Для достижения поставленной цели применялись такие методы исследования, как научный анализ информационных источников, картографический метод, сравнительно-географический и географо-гидрологический методы.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые произведена ландшафтно-гидрологическая оценка на территорию бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации на период минимального летнего стока рек.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что полученный картографический материал и его анализ реализуются для целей гидрологического обоснования современных и перспективных проектов по орошению земель, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водоснабжения в бассейне.

Защищаемые положения:

1. Анализ ландшафтных комплексов бассейна реки Тобол с позиции характера и степени их влияния на распределение статистических параметров минимального летнего стока.

2. Результаты картографирования и анализа распределения статистических параметров минимального летнего стока в бассейне реки Тобол, гидрологической чувствительности и значимости ландшафтных комплексов в их формировании.

3. Результаты зонирования территории бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации по целям ее использования и перспективам развития.

По теме магистерской работы опубликована статья в соавторстве с кандидатом географических наук, доцентом Переладовой Л.В. «Роль ландшафтных условий в формировании минимального летнего стока рек бассейна Тобола в пределах Российской Федерации» в сборнике «Трешниковские чтения- 2019: Современная географическая картина мира и технологии географического образования» общим объемом 5 страниц.

Диссертация включает в себя 58 страниц печатного текста, на которых изложены введение, 4 главы, заключение, список использованной литературы (76 источников). К работе прилагается 4 приложения. Работа содержит 4 таблицы.

Во введении обоснована актуальность исследования темы, цель, задачи, предмет, объект, охарактеризованы методы исследования, новизна и практическая значимость работы.

В первой главе «Изученность проблемы и методы исследования» выполнен литературный обзор, освещены вопросы теоретической составляющей ландшафтно-гидрологической оценки, последовательность ландшафтно-гидрологической оценки и методологические основы ландшафтно-гидрологического картографирования. Глава включает 4 раздела.

Во второй главе «Ландшафтно-гидрологическая организация бассейна реки Тобол» дана характеристика природных компонентов, а также направленность и степень их влияния на сток рек исследуемого бассейна в период летней межени. Данная глава содержит 5 разделов.

Третья глава «Ландшафтно-гидрологические составляющие планирования» имеет практический характер, так как здесь составлены и проанализированы гидрологическое значение и чувствительность ландшафтов, а также закономерности и особенности распространения статистических параметров (норма минимального летнего стока, коэффициент вариации, минимальный летний сток 80 и 95-% обеспеченности). На основе данных по 15 речным бассейнам за период наблюдения в 116 лет, заимствованные из выпускной квалификационной работы М.Е. Трофимова «Минимальный летний сток в бассейне р. Тобол», а также опираясь на ландшафтную карту СССР, составленную И. С. Гудиным в 1980 г. были составлены и проанализированы следующие карты:

- 1) Распространение нормы минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах Российской Федерации;
- 2) Распространение нормы минимального летнего стока 80 % обеспеченности в бассейне р. Тобол в пределах Российской Федерации;
- 3) Распространение нормы минимального летнего стока 95 % обеспеченности в бассейне реки Тобол в пределах Российской Федерации;
- 4) Распространение коэффициента вариации в бассейне реки Тобол в пределах Российской Федерации;
- 5) Распространение отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации в бассейне реки Тобол в пределах Российской Федерации;

б) Районирование бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации по гидрологической значимости ландшафтов.

Четвертая глава «Управление водными ресурсами бассейна реки Тобол с учетом ландшафтных особенностей» представляет собой одну из важных практических частей исследования. Здесь описан характер и степень влияния человека на водные ресурсы водосбора Тобола в настоящее время, а также проведена работа в области планирования по направлению хозяйственного использования и перспективам развития бассейна реки Тобол. Зонирование водосбора проведено на основе представлений о гидрологическом значении и чувствительности вод ландшафтов в период летней межени.

В заключении подведены итоги исследования и сформулированы выводы по полученным результатам.

ГЛАВА 1 ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Литературный обзор

Формирование знаний о роли воды в ландшафтах, а также значения ландшафтов в развитии водных объектов - одно из актуальных современных направлений науки. Резко обострившиеся в последние десятилетия экологические, энергетические, продовольственные, рекреационные проблемы необходимо рассматривать, как систему со сложными взаимосвязями и взаимопроникновениями всех природных компонентов, не исключая социально-экономический фактор, являющийся в настоящее время определяющим во многих природно-территориальных комплексах. Именно эти аспекты включают в себя ландшафтно-гидрологические исследования. В результате, две такие взаимообусловленные проблемы, как познание гидрологической организации с различными физико-географическими условиями и типами антропогенной деятельности, а также проблема выявления гидрологических свойств природных систем с учетом средоформирующих функций водных объектов объединяются в решении. Кроме того, в рамках ландшафтно-гидрологического анализа необходимо также определить основные принципы управления совокупности гидрологических процессов и явлений под реальные цели и задачи. Именно поэтому для решения проблем данного направления необходима связь множества наук, таких как почвоведение, биоценология, геоботаника, лесоведение, геоморфология, геология [7].

Влияние на речной сток физико-географических факторов было установлено еще в 1884 году в работах А.И. Воейкова. Он был первым, кто сделал вывод: «При прочих равных условиях страна будет тем богаче текучими водами, чем обильнее осадки и чем меньше испарение с поверхности суши и вод, так и растений. Таким образом, реки можно рассматривать как продукт климата» [9]. Можно считать, что географо-гидрологический подход появился как логическое развитие этой идеи о круговороте воды в природе [19].

В рассматриваемый исторический период такой вывод был вполне закономерен, так как основное внимание уделялось большим рекам, где роль климата очевидна и всеобъемлюща, а все остальные природные компоненты климатически предопределены. Но в последующем, при переходе от больших бассейнов к объектам меньшей размерности появилась проблема недостаточности данного утверждения вследствие недоучета большой роли подстилающей поверхности. Особенно четко роль поверхности водосбора в формировании стока была представлена в СССР в 30-х годах XX века В.Г. Глушковым, а в США - Р.Хортоном [19]. Основная идея географо-гидрологического метода В.Г. Глушкова заключалась в установлении причинной связи всех вод рассматриваемой территории с географическим ландшафтом в целом, в непосредственной связи не только с климатом, но и

факторами подстилающей поверхности (геология, геоморфология, почвы, растительность). При этом он исключает «чужие» пришлые воды данного района [29]. Под влиянием этих идей начала развиваться наблюдательная гидрологическая сеть в СССР, но, к сожалению, практическое претворение идей Глушкова в СССР не было осуществлено в силу изменения направления работ Государственного гидрологического института в сторону изучения стока с преобладанием статистических методов исследования. С началом экспериментов в пределах малых речных бассейнов также связан переход к количественному мнению о роли физико-географических факторов и ландшафтных комплексов в целом в формировании гидрологических процессов от качественного [19].

В 30-е годы XX века водно-балансовые исследования формирования стока были организованы всего на 2-3-х малых водосборах. В 1920 году на Московской сельскохозяйственной станции С.И. Небольсин организовал изучение поверхностного стока рек, выдвинув идею комплексного изучения формирования стока рек на водно-балансовых и стоковых площадках. С 1923 года начаты работы на гидрологической станции Кучино в Подмоскowie под руководством М. А. Великанова, а позднее, с 1932 года начинается создание сети стоковых станции. Также в 30-е годы создается Валдайская научно-исследовательская лаборатория- главная экспериментальная база страны. В 1940 г. Д. Л. Соколовский разработал свой план организации стоковых станций, включающий 10 зональных станций 1 разряда и 70 региональных станций 2 разряда [19].

Решение разного рода проблем географо-гидрологической направленности находится в связи со многими науками, такими как геология, лесоведение, геоморфология, почвоведение, геоботаника. Работы экспедиции В.В. Докучаева по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России стали основополагающими в направлении лесной гидрологии. Первыми результатами этого направления явились обобщения, выдвинутые в 1952 г. Г.Н. Высоцким. Выводы об иссушающей роли леса на равнине и увлажняющей в горах, стали с одной стороны поводом многолетних дискуссий, но в тоже время толчком к активным экспериментам в речных бассейнах [22]. Работы Н.А. Воронкова и А.А. Роде в области почвенной гидрологии также находятся в тесной связи с изучением гидрологической роли леса, а также исследования А.В. Побединского и В.В. Протопопова по средообразующей и почвообразующей роли леса [50,51]. Также, к числу наиболее ярких представителей данного направления можно отнести А.А. Молчанова, Н.А. Воронкова, В.В. Протопопова, В.И. Таранкова, В.В. Рахманова [46,53,54].

Не менее значима роль работ в области гидрологии почв. Уникальными являются исследования М.И. Львовича о почвенном звене круговорота влаги в ландшафте [43]. Не

менее значимы методы изучения водного режима почв, оценки водно-физических констант и приемы активных экспериментов, разработанные А.А.Роде. Кроме того, им была расширена типизация водного режима почв [56].

В области гидрологии болот основополагающую роль типов болотных микроландшафтов в формировании стока выявил К.Е.Иванов [33], а впервые предложил количественные критерии устойчивости болотных микроландшафтов к разнообразным воздействиям И.Ф. Гелета [23]. В работе С.П. Никитина и В.А. Земцова представлен статистический анализ роли болотных ландшафтов в формировании стока на территории Западно-Сибирской равнины [19].

Большой интерес представляет гидрология горных районов. Первые обобщения были сделаны Л.А.Владимировым в 1988 г. в работе «Очерки горной гидрологии». Им осуществлялся учет вертикальных градиентов и связей с высотой местности. В дальнейшем работы были расширены наблюдениями на водобалансовых станциях и сети Гидрометеослужбы СССР в большинстве горных стран: в Карпатах, на Кавказе, в Средней Азии, в Сибири и на Дальнем Востоке [7].

Впервые гидрологическое районирование Западной Сибири было выполнено М.Д. Семеновым-Тянь-Шанским на основе выделения климатологических зон. В целом им отмечено 4 климатологические зоны (сухая, засушливая, нормальная и сильно увлажненная), каждая, в свою очередь, подразделяется им на области (степная, лесостепная и таежная) [59]. В.А. Троицкий, в свою очередь разделил всю Западную Сибирь на 5 провинций и 15 округов по таким параметрам, как величина осадков, стока и испарения [63]. Г.И. Шамов делит Западную Сибирь по величине средней мутности рек на 4 района [69]. О.А. Алекин разделил этот регион на 7 районов по гидрохимическим особенностям вод рек и озер [3]. П.С.Кузин все реки Западной Сибири относит к двум типам водного режима: 1) реки с половодьем и паводком и 2) реки с паводком, как на равнинах, так и в горах [40]. По признакам увлажнения и теплообеспеченности Западно- Сибирскую равнину районировал В.С.Мезенцев [45]. Я.И. Марусенко приняв во внимание три основных физико-географических фактора: климат, геоморфологию, растительность, подразделил всю Западную Сибирь на 10 гидрологических районов: высокогорный ледниковый, среднегорный, низкогорный, пересеченную равнину, равнину севера Западно-Сибирской низменности, равнину лесостепной и степной зон, равнину таежной зоны, низменность зоны тундры и пенеппенизированную возвышенность [44].

Вышеперечисленные исследования и работы демонстрируют аналитическую стадию общего географо-гидрологического анализа. Они относятся к отдельным наукам и природным средам. Далее осуществляется естественный переход к синтетическим

обобщениям на уровне определения гидрологической организации территории (гидрологических функций ландшафта), нежели чем ранее производились более простые оценки в ландшафте гидрологических процессов [7].

Работы А.И. Субботина можно отнести к основополагающим для понимания этого сложного проблемного поля. Автор в своих трудах впервые попытался на примере бассейна р. Медвенки интегрировать сток с отдельных ландшафтов, установленный по стоковым площадкам, в суммарный речной сток в замыкающем створе [61]. И.С. Соседов применил в своих работах аналогичный подход, заключающийся в расчленении речного бассейна реки на элементы комплексной высотной поясности. В результате расчеты были увязаны, прежде всего, с разнообразными высотными градиентами осадков, стока и испарения [7].

К приемам синтезного представления географо-гидрологических закономерностей следует отнести гидрологические классификацию и районирование. Несмотря на высокий уровень субъективности, данные приемы лежат в основе описания гидрологической организации территории, так как учитываются, в большей или меньшей степени, общегеографические закономерности и, прежде всего, представления о широтной зональности либо высотной поясности. Здесь следует выделить работы 80-х годов Д.А. Буракова и В.А. Земцова, которые приняли геологические и литологические особенности территории за основу дифференциации минимального стока [34]. Е.Д. Гопченко и Н.Г. Сербов косвенно использовали комплексную физико-географическую классификационную систему на уровне провинций С.П. Никитина и В.А. Земцова [7].

Последние два десятилетия ознаменовались спадом географо-гидрологических исследований. Но, не смотря на это, некоторые представления качественно изменились. Так, например, произошло осмысление гидрологической организации территории как безусловной составляющей общегеографической дифференциации, а многие авторы в своих работах все более активно используют приемы комплексного анализа, результатами которых являются весьма продуктивные схемы гидрологических типизаций и классификаций, материалы аэрокосмосъемки и тематического картографирования [58,67]. Интересны геосистемные подходы к анализу пространственно-временных характеристик речных бассейнов [57]. П.П. Воронковым разработано гидрохимическое учение о местном стоке и его генетических составляющих на равнинной территории. Кроме того, им построены карты характеристик минерализации и общего содержания органических веществ для малых равнинных рек Европейской территории СССР, дающие представление о состоянии вод разных генетических категорий и влиянии на него зонально-региональных географических особенностей [21]. Позднее картирование для Азиатской части страны было выполнено А.В. Владимировым, Ю.И. Ляхиным, Л.Т. Матвеевым, В.Г. Орловым [13].

Проблемы малых рек Западно-Сибирской равнины были спрогнозированы В.И. Булатовым и Б.П. Ткачевым в 2002 г [62]. В трудах А.Д. Абалакова [2], С.Б. Кузьмина [41], А.М. Владимирова [13], Ю.И. Ляхина, уделяется большое внимание экологической безопасности водоохраных зон.

В монографии В.М. Калинина, С.И. Ларина, И.М. Романовой предлагается оригинальная водно-балансовая модель оценки стока малых рек на основе ландшафтно-гидрологического метода при различных сценариях землепользования на водосборе на основе анализа последствий хозяйственной деятельности на водосборах рек восточного Зауралья [35].

На основе вышесказанного можно подытожить, что на сегодняшний день географо-гидрологическое направление в географии можно считать сформировавшейся областью междисциплинарных исследований, результаты которых активно используются при решении водохозяйственных и водно-экологических проблем регионов.

Одной из интересных работ, где применяется ландшафтно-гидрологический метод, представляет статья О.В. Гагаринова «Ландшафтно-гидрологические исследования в Байкальском регионе». Именно эта статья пробудила интерес провести подобные работы на территорию бассейна реки Тобол в пределах Тюменской области. Тем более что исследований в этом направлении в данном регионе не обнаружено. Поэтому ландшафтно-гидрологические исследования бассейна Тобола – актуальная в современное время тема, вследствие активного хозяйственного и промышленного его освоения, а отсутствие подобных комплексных исследований подчеркивает новизну этого проекта. Похожие исследования проводились для территории Западной Сибири, но, к сожалению, исключают некоторые районы бассейна р. Тобол, а также носят не детальный характер.

1.2 Теоретическая составляющая ландшафтно-гидрологического анализа

Недооценка значимости водного фактора в развитии природной среды, а также самоизоляция географии и гидрологии приводят к большим ошибкам. Существует необходимость более полного использования географической информации. Ландшафтно-гидрологический подход предлагает изучение водной составляющей геосистемы как элемента территориальной организации. При этом природные условия, где происходит формирование и перераспределение водных ресурсов, весьма многообразны и оказывают решающее значение для генезиса и динамики гидрологических процессов. Таким образом, традиционным объектом исследования выступает бассейн (водосбор), предметом является гидрологический режим, а одна из основных задач ландшафтно-гидрологического анализа

территории - познание гидрологических свойств природных комплексов этого бассейна (водосбора) [36].

По мнению А.Н. Антипова в ландшафтно-гидрологическом подходе должны осуществляться следующие постулаты:

«- вода рассматривается как системообразующий элемент ландшафта, а также как лимитирующий фактор его развития и использования;

- изменения количественных и качественных показателей речных вод являются важным индикатором устойчивости их состояния, результирующий сигнал процессов массо-энергообмена и формирования ресурсов местного стока в элементарных геосистемах» [9].

Одним из основных вопросов анализа значителен определение объектов такой комплексной проработки, где характер взаимосвязи процессов и структур пространственно локализован и отвечает представлениям о системности. Таковым будет любой речной бассейн, болотный массив или другой гидрологический объект, в границах которого возможны самые различные сочетания процессов и природных структур на водоразделах и в пойме, на внутриболотных участках и зонах контакта болот и суши. В бассейне любого водного образования можно выделить множество таких однородных по характеру взаимодействия участков, которые в то же время закономерно и функционально сопряжены потоками вещества и энергии в течение длительного периода своего развития. Поскольку современное состояние водной системы - это только этап развития от самых элементарных первичных форм через сложные устойчивые образования к деградации, то следует учитывать и возрастные характеристики объектов [36].

Следует остановиться на вопросе классификации геосистем. Существует принцип двурядной (геомеры и геохоры) классификации, объединившей типологический и региональный подходы ландшафтоведения. Но при этом отмечается, что указанными категориями не исчерпывается все многообразие систем географической оболочки. Если геомеры выделяются по принципу однородности, геохоры - по принципу пространственной сопряженности, то третий класс можно выделить по принципу динамической сопряженности и функциональной целостности систем, объединяемых потоками вещества и энергии [60].

Речной бассейн - это один из самых распространенных видов функционально-целостных геосистем. В нем выделяются два «горизонтальных» функциональных уровня: склоны и гидрографическая сеть. Хотя границы между ними условны, главные гидрологические функции различны - на склонах происходит трансформация осадков в остальные элементы водного баланса, в то время как гидрографическая сеть перераспределяет сток во времени. Компонент склонового уровня - элементарный склон (элементарный участок, где существенные орографические границы отсутствуют и все процессы влаго- и теплооборота

достаточно однообразные), а компонент гидрографической сети – водоток (постоянный или временный поток воды в продольном понижении местности) [36].

Нельзя автоматически переносить представление о гидрологическом однообразии геосистем типологического либо хронологического ряда, т.к. происходит несовпадение ландшафтно-гидрологических границ и ареалов комплексной географической дифференциации. Необходимо рассматривать классификационные признаки, использованные в районировании, и оценивать их гидрологическую значимость. Лишь для элементарных систем подтверждается такое совпадение (границ природных комплексов топологической размерности и ландшафтно-гидрологических единств) на элементарном уровне [36].

Из этого следует, что отсутствие полного соответствия ареалов комплексной географической и гидрологической дифференциации приводят к необходимости определения иерархии новых ландшафтно-гидрологических систем, которые отличны от принятых в географии и гидрологии. В работе А.Н. Антипова «Ландшафтно - гидрологический анализ территории» под ландшафтно-гидрологическими системами (ЛГС) понимается «часть земной поверхности, где взаимодействие гидрологических процессов и природных структур обладает локализовано специфическими закономерностями, предопределенными одним географическим фактором или их рядом. При этом каждому пространственному уровню ЛГС свойствен свой набор факторов и своя специфика закономерностей. Выделение подобных систем является задачей ландшафтно-гидрологического анализа. ЛГС обладают пространственной иерархией, предопределенной спецификой закономерностей взаимодействия процессов и структур каждого уровня и типа объектов» [36].

Представления о размерности и пространственном сочетании геосистем, речных бассейнов и ЛГС представлены в приложении А на рисунке 1.

Из него следует, что между границами этих систем нет четких пространственных соответствий, а в пределах границ речных бассейнов выделяются самые разнообразные ЛГС. К примеру, водораздельные комплексы (подразумевающие, прежде всего зоны формирования речного стока) или склоны (зоны транзита вод в долинные системы). Притом особенности процессов будут весьма разнообразны в зависимости от типа бассейна. Между ЛГС и элементами ландшафтной дифференциации также нет полного соответствия, хотя в основе выделения ЛГС лежит, прежде всего, представление о геосистемной предопределенности гидрологических процессов [9].

Что касается пространственной размерности, то для геосистем – бассейнов существует возможность применять не только трехранговую схему В.Б.Сочавы (планетарный,

региональный и локальный уровни), но использовать нисходящую порядковую классификацию А.И. Хортонa (I-IX порядки) [6]. По предложению Хортонa, первый порядок присвоен приводораздельным неразветвленным элементам сети, а в дальнейшем, при слиянии водотоков и усложнении сети, порядок скачкообразно возрастает последовательно на целые значения. Впоследствии классификация была еще и дополнена законом площадей [66].

В пределах малых речных бассейнов функционируют геосистемы или их части локальной размерности; средние бассейны согласуются с региональным и локальным уровнями, большие бассейны соответствуют региональному, а самые крупные из них – планетарному. Соответствие означает не совпадение границ, а лишь соотношение размерностей геосистем. В это же время пространственный уровень функционально-целостных систем-бассейнов определяет специфику присущих им закономерностей. Для малых речных бассейнов климатические условия слабо дифференцированы, и на первый план выступают различные местные факторы их функционирования (например, речной сток определяется распределением поступления солнечной энергии в зависимости от геометрических характеристик склонов, характера рыхлых отложений и подстилающих пород и т.д.). Для более крупных речных бассейнов локальные закономерности, интегрируясь, определяют закономерности до регионального уровня включительно. Здесь сток будет определяться провинциальными или зональными особенностями. На планетарном уровне наложение региональных закономерностей дает представление о субконтинентальных и поясных закономерностях [6].

Рассмотрим наиболее значимые элементы иерархии - провинция, район и биоценоз.

Узловым элементом иерархии является расположенная на стыке с ЛГС провинция, выделение которой определяется климатическими факторами. «Под ней понимается индивидуальная система региональной размерности, отражающая модификацию зонального типа ландшафтно-гидрологических закономерностей, определенных пространственно-временным наложением климатического фона (тепло- и влагообеспеченности) и крупных орографических элементов рельефа либо морфоструктурных образований определенного знака». Совокупность взаимодействующих процессов и природных структур определяет специфическую композицию гидрологических объектов – своеобразие строения речной сети и форм речных бассейнов, преобладание типа болотного микроландшафта, основных форм залегания и стекания подземных гравитационных вод и т.п. В границах рассмотренного элемента через своеобразие внутри- и межгодовое распределение атмосферных осадков проявляются местные модификации воздействия типов атмосферных циркуляций. Территория провинции обладает однообразным соотношением водно-балансовых элементов

с преобладанием одной направленности гидрологических процессов. ЛГП представляет собой основную ячейку для разработки стратегии водохозяйственного планирования и управления охраной вод [36].

Ландшафтно-гидрологический район (ЛГР) представляет индивидуальную единицу субрегиональной размерности, отражающую однотипный характер взаимодействия литогенного субстрата и гравитационных вод на фоне однородного мезоклимата и единого геологического фундамента. Таким образом, в пределах этой единицы определяется преимущество одного типа гидрологического объекта и локальное распределение соотношений водно-балансовых элементов [36].

Далее по признакам однонаправленности специфических гидрологических процессов и внутренней однородности гидрологических взаимосвязей в пространстве выделяют ландшафтно-гидрологический участок (ЛГУ) [36].

Также имеет смысл выделять биоценоз - элементарный гомогенный ареал, отличающийся внутренней однородностью целостностью материально-энергетического обмена и относительной устойчивостью структурных соотношений слагающих его компонентов. Эта элементарная ячейка в отдельных случаях соответствует элементарному стокообразующему комплексу [36].

В основе многих исследований лежат несколько ведущих принципов, составляющих сущность географического системного (геосистемного) анализа гидрологических проблем:

1. Бассейновый принцип

Основной таксономической и расчетной единицей геосистемного анализа является речной бассейн, имеющий «вертикальные» ярусы и два важных функциональных уровня, подразумевающих гидрографическую сеть и склоны. Речной бассейн обладает мощным интегрирующим фактором (водным потоком, направленным по углу падения склонов и по руслам (талвегам), а также четкими границами-водоразделами). Сущность бассейна выражают его структуры склонового строения и гидрографической сети, а к функциям относится трансформация осадков, дренажная, транзитная и т.п. [36].

2. Зонально-азональный многофакторный принцип

Дифференциация географической оболочки, а также водного баланса, определяется в диалектическом единстве зонального и аazonального. Решение задач формирования водных ресурсов возможно лишь в многомерном пространстве зональных (широта, долгота, экспозиция) и аazonальных (литологический состав подстилающих пород, расстояние от крупных водоемов, площади вырубок и т.п.) факторов с последующим выбором в конкретной ситуации нескольких ведущих [36].

3. Структурно-гидрографический принцип

Гидрографическая сеть рассматривается как результат взаимодействия водных масс с корой выветривания, как информационно-генетическая последовательность форм организации. Закономерности строения речной сети отражают и динамику тектонических движений, и сопротивляемость поверхности эрозионному расчленению, и специфику влагооборота [36].

4. Классификационный принцип

Классификационное упорядочивание один из важнейших моментов геосистемного анализа. Гидрографический комплекс речного бассейна охватывает четыре типа показателей - ландшафтные, гидроклиматические, морфологические водоемные и морфометрические. Взаимосвязи этих показателей лежат в основе для малых и средних бассейнов типологической комплексной классификации водосборов, которая служит фундаментом геосистемно - гидрологического районирования [36].

5. Картографический принцип

Использование карт и картографирование – один из важнейших и эффективных методов геосистемно-гидрологических исследований. В ходе работ создаются карты, которые наглядно представляют пространственное распределение гидрологических характеристик с учетом пространственной мозаики других природных компонентов [36].

1.3 Последовательность ландшафтно-гидрологического анализа

Существует общая схема ландшафтно-гидрологического анализа (приложение А, рис. 2).

Главный этап анализа заключается в определении его цели и задач. В спектре гидрологических проблем можно выделить самые разные их классы. Наибольшее распространение имеет цель, подразумевающая определение гидрологической организации территории либо ее элементов. Подобная оценка зачастую становится основой для более частных и прикладных задач. Не менее часто в гидрологии разрабатываются многообразные схемы районирования либо типологии. Большой спектр задач связан с водно-экологическими проблемами. К первостепенной составляющей целеустановления относится масштаб осуществляемого анализа. Он определяется площадной размерностью анализируемой территории и требуемой дробностью отображения процессов и явлений [9].

Особое место в анализе занимает общегеографическая информация, определяющая факторное поле гидрологических процессов. Важным элементом процедуры ЛГ- анализа является сопоставление размерности гидрологических и природных систем [9].

Переход от представлений о формировании гидрологических процессов и явлений в пределах речных бассейнов к их определению в границах природных систем полагается на разные приемы. По большому счету их можно распределить на эмпирические (опирается на

экспериментальные данные) и индикационные (опирается на приемы гидрологической типологии и индикации). Обычно, главным аргументом расчетов становятся характеристики речного стока в замыкающем створе речного бассейна, а результатом - характеристики стокоформирования в отдельных элементах комплексной либо отраслевой дифференциации водосбора. В результате ожидается не точное, а «размытое» интервальное значение оцениваемых признаков, что в значительной степени улучшает вероятностные оценки их связи. Исходной информацией обоих подходов являются достаточно приблизительные оценки водно-балансовых элементов, прежде всего, стока [9].

Полученные водно-балансовые оценки с позиции стокоформирования, открывают возможности для следующего, синтезного этапа. Синтез в ЛГ - анализе – это выделение пространственных ячеек гидрологической организации на уровне частных и полных ЛГС с учетом приемов типизации и районирования. Это является завершающим этапом анализа, так как полученные результаты позволяют перейти к разнообразным прикладным задачам, которые представлены широким спектром проблем антропогенного воздействия на окружающую среду в целом, и на отдельные гидрологические процессы и явления в частности. Стало быть, возможны как прямые, так и опосредованные формы взаимодействия, и в каждом случае будет формироваться своя процедура решения задач [9].

1.4 Методологические основы ландшафтно-гидрологического картографирования

Картографирование - один из наиболее эффективных путей гидрологического исследования. Карта позволяет наглядно и достаточно достоверно представить пространственное распределение величин, а также служит основой для оценки водных ресурсов территории. Картографирование гидрологических процессов имеет ряд специфических особенностей, связанных со значительной изменчивостью этих процессов во времени и пространстве. Сбор исходной информации производится главным образом на гидрометеорологической сети. Основным допущением при создании большинства карт служит признание непрерывности изменений в пространстве стока и других элементов, исходящее из противопоставления широтной зональности, как другим формам зональности, так и азональным явлениям. В результате, универсальным приемом пространственной интерполяции стало проведение изолиний [64].

Речной бассейн представляется в виде многопараметрической ландшафтно-гидролого-гидрохимической системы, элементами которой выступают площади распространения однородных горных пород и почв с различными фильтрационными свойствами, растительные сообщества. Оценка взаимодействия разнообразных природных элементов

позволяет найти особые пространственно-временные вариации составляющих водного баланса природных вод [31].

Первый принцип гидрологического картографирования - принцип генетической обусловленности рассматриваемых и картографируемых процессов и явлений. Вторым важным принципом является целевая установка при создании картографических произведений. Они компоуются в виде следующих тематических серий:

1. Карты оценочно-информационные, показывающие генетическую специфику формирования гидрологических процессов в естественных либо антропогенно-преобразованных условиях.

2. Карты водно-экологической направленности, показывающие параметры остроты ситуации по отношению не только к человеку, но и к условиям жизни биотических компонентов, устойчивости природных систем, перспектив их функционирования в разных случаях антропогенного и естественного развития.

3. Карты управления водно-экологической ситуацией (включая пространственные системы мониторинга, цели развития водного элемента, функционального зонирования), а также санации водных объектов и других мероприятий.

4. Карты особого целевого назначения, ориентированные для целей решения глобальных экологических задач и требующие учета практически всего опыта водно-экологического картографирования, знания самых разнообразных процессов и явления [5,6].

Важным моментом компоновки серии выступает выбор масштабного ряда и соотнесение гидрологического либо водно-экологического объектов и его структурных элементов. Речные системы локального или топологического уровней имеют порядок I-III и дифференцируются в интервале фации. Региональный уровень присваивается бассейнам рек III-IV порядка в интервале провинции. Значения выше считаются уже субпланетарным уровнем. Принимая во внимание такое пространственное соподчинение, следует узнать и масштаб картографической проработки: локальный- 1:25 000- 1: 200 000, региональный- 1: 200 000 – 1 : 500 000, субпланетарный – более 1: 500 000 [5,31].

Кроме указанных ориентировочных величин, масштаб картографирования зависит и от информационной нагрузки, т.е. насколько дробным будет отображение водно-экологической информации [5,31].

Таким образом, речные бассейны представляют собой целостные образования, иерархически построенные, обособившиеся в ходе исторического развития в единых орографических границах вследствие действия однонаправленных потоков вещества и энергии. Это позволяет рассматривать их как функционально-целостные геосистемы, целесообразно которые исследовать с помощью ландшафтно-гидрологического подхода.

Традиционным объектом таких исследований выступает бассейн (водосбор), предметом является гидрологический режим, а одна из основных задач ландшафтно-гидрологического анализа территории - познание гидрологических свойств природных комплексов этого бассейна (водосбора).

У гидрологических геосистем существует определенная иерархия (от ландшафтно-гидрологического элементарного участка до ландшафтно-гидрологического субконтинента), в которой узловым элементом выступает ЛГ провинция. При этом необходим учет пространственной размерности, для чего используются классификации В. Б. Сочавы и Р. Хортон. В основе исследований лежат несколько ведущих принципов, составляющих сущность географического системного (геосистемного) анализа гидрологических проблем.

Анализ научной литературы и картографических материалов показал, что по территории бассейна реки Тобол отсутствуют работы с подобным комплексным анализом. В районах активного хозяйственного освоения, к каковым относится бассейн р. Тобол, требуются картографические источники, основанные на данных ландшафтно-гидрологического анализа, т.к., в особенности, экстремальные характеристики стока имеют тенденцию существенной трансформации под влиянием техногенеза. А с целью дальнейшего устойчивого развития территории требуется надежное обоснование объектов водопользования, в особенности в условиях ее слабой гидрологической изученности. Это еще раз подчеркивает актуальность выбранной темы исследования.

ГЛАВА 2 ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ

2.1 Географическое положение

Исток реки Тобол берет начало на Тургайском плато посредством слияния таких рек как Бозбие и Кокпектысай в юго-западной части Кустанайской области Казахстана. В целом, с направлением с юга на север река пересекает в пределах России Челябинскую и Курганскую области, а также юг Тюменской области - протекает в Заводоуковском, Тобольском, Упоровском, Ялуторовском и Ярковском районах. Исследуемый водосбор характеризуется следующими координатами крайних точек: восточная - $58^{\circ}04'24''$ с. ш. и $68^{\circ}04'34''$ в. д; западная - $54^{\circ}45'22''$ с. ш. и $59^{\circ}54'56''$ в.д.; северная - $61^{\circ}57' 22''$ с. ш. и $59^{\circ}39'04''$ в. д; южная - $51^{\circ}11'33''$ с. ш. и $61^{\circ}00'05''$ в. д;. Картограмма бассейна (водосбора) реки Тобол представлена в приложении Г рис. 1 [42].

Река носит трансграничный характер, расположившись в пределах Казахстанской Республики и Российской Федерации. Длина реки равна 1591 км, 1008 км из которых расположены в пределах России, а 583 км принадлежат Казахстану. Из 426 тыс. км² площади водосбора, основная часть также приходится на Россию и составляет 327 тыс. км². Река протекает в нескольких природных зонах: устье расположено в степях, тянущимися до Костаная. Далее приблизительно от места впадения реки Уй протекает по лесостепи, где начинает петлять, разбиваясь на многочисленные протоки с образованием рукавов и стариц. Лесостепная зона заканчивается после устья Исети и до впадения Тавды в речную систему Тобола господствуют подтаежная природная зона, сменяющаяся на тайгу. Верховья рек западной части водосбора протекают в горной местности Урала [42].

Вследствие того, что речной сток принадлежит к многофакторным природным процессам, его формирование осуществляется в результате совместного воздействия литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Факторы формирования стока рек приведены в приложении А таблице 1, где они подразделяются на три основных группы с краткой характеристикой их воздействия на речной сток. Факторы атмосферы достаточно четко делятся на две группы: климатические, т.е. средние многолетние значения метеорологических элементов или условий погоды, и метеорологические, т.е. состояние атмосферы или погоды в определенный момент времени, или за определенный срок [37].

2.2 Климатические и метеорологические факторы

Отчетливо прослеживается влияние на минимальный летний сток климатических факторов, в частности воздействие температуры воздуха, атмосферных осадков и испарения. Хотя и составляющая температуры воздуха не представлена в уравнении минимального летнего стока в явном виде [49].

Бассейн реки Тобол, если опираться на климатическое районирование СССР, относится к двум климатическим областям. С одной стороны это умеренно теплая и влажная континентальная западносибирская зона, а с другой более теплая, но с недостаточным увлажнением континентальная западносибирская и североказахстанская зоны. Такое соотношение предопределяет неоднородные показатели основных климатических факторов.

Бесспорно ведущая роль в формировании и развитии процессов речного стока и в частности минимального летнего стока, принадлежит атмосферным осадкам. Чем больше количество осадков, тем больше значения речного стока, притом, что испаряемость меньше. Кроме того важно учитывать форму осадков и их размещение во времени. Так, например, жаркие летние дожди дадут меньший сток, чем в прохладный осенний период. На показателях стока в летний период также может отразиться равномерность выпадения осадков. Так при затяжных дождях повышается способность просачивания атмосферных осадков в грунт [17].

В течение года осадки выпадают неравномерно. На теплый сезон года приходится наибольшая часть атмосферных осадков – около 60-70%. Конкретно в рассматриваемом бассейне величина летних осадков превышает зимние примерно в 2,3-3,2 раза. Также количество осадков изменяется и в целом по территории бассейна в летний период, увеличиваясь с юга на север. В летний сезон изменяется от 50-200 мм на юге (Тургайское плато) до 200-400 мм на севере (Западно - Сибирская равнина) [55,70].

Как указывалось ранее, о количестве осадков следует судить, как о важнейшем факторе в формировании стока в период летней межени. Это объясняется основной ролью в питании стока летом атмосферным осадкам и подземным водам. Степень влияния будет различна для зон с разным коэффициентом увлажнения (зоны недостаточного и избыточного увлажнения). В целом проявляется соответствие между распределением по бассейну количества выпавших осадков и значений низкого стока [55].

Следующей важной составляющей уравнения водного баланса является суммарное отношение. Испарение значительно влияет на сток в областях недостаточного увлажнения, где данный показатель выступает определяющим, в силу расхода большей части осадков на испарение. В зоне избыточного увлажнения с высоким коэффициентом стока прослеживается обратная ситуация - на величину стока влияние испарения незначительно [55].

В северных частях исследуемого водосбора значения испаряемости составляют 500 мм в год, увеличиваясь до 600 мм по 54°44' северную широту. Изоатмы со значениями 700-750 мм в год прослеживаются в южной части бассейна. Как результат, коэффициент

увлажнения меняется с севера на юг от 0,8-0,68 до 0,45 и даже 0,28, повторяя закономерности изменения количества осадков и испаряемости в том же направлении [70,71].

Также с испарение взаимосвязан дефицит влажности воздуха. Он зависит от влажности и температуры воздуха, скорости ветра, температуры испаряющей поверхности, а также локальных физико-географических условий. Увеличение данного показателя неблагоприятно отражается на объемах минимального летнего стока. Так как это ведет к увеличению испарения с земной поверхности, что черева-то снижением питания минимального летнего стока подземными водами и увеличением расхода на испарение. В дневные часы в мае и июне наблюдается минимум относительной влажности воздуха, составляющий от 35-45% в лесостепной зоне до 45-50% в лесной [55].

Как заявлено ранее, дефицит влажности зависит и от скорости и направления ветра. В границах данного бассейна среднегодовая скорость ветра составляет 3.0 – 5.0 м/с. Максимальные скорости ветра наблюдаются в осеннее-зимнего период, когда господствуют ветра юго-западных направлений, а минимальные характерны для летнего сезона, где распространены ветра западных направлений характеризующиеся как высоко влажные [12,17,55,70,71].

Температура воздуха существенно меньше влияет на сток, чем рассмотренные выше элементы климата. Это объясняется связью ее влияния через отрицательной элемент водного баланса в летний сезон- испарение [55].

Воздействие сибирского антициклона на водосбор реки обусловило изменение средней годовой температуры воздуха с севера на юг от -2 до 1,5 °С. В силу формирования им устойчивой морозной погоды. Январь считается самым холодным месяцем, когда температура воздуха опускается с севера на юг от – 17 до – 18 °С. На декабрь – февраль приходятся абсолютные минимумы: -47,9°С (г. Курган, 1943 и 1951 гг.) и -51,8°С (г. Тобольск, 1958 г.). В направлении с севера на юг увеличивается и длительность периода с температурой воздуха выше 10°С от 90 до 150 дней. Самым теплым месяцем является июль, среднемесячная температура которого изменяется с севера на юг от 16 до 24 °С. Абсолютный максимум в 42,5°С зарегистрирован в 1962 г.Костанай [12,37,55,70,71].

Изменчивость минимального летнего стока обуславливается непостоянством метеорологических факторов – температура и влажность воздуха, осадки, суммарное испарение. Эти условия могут быть учтены суммой летних осадков и суммой среднесуточных температур воздуха, влияющих на испаряемость, с чем связано отчасти истощение водных масс [37].

2.3 Факторы подстилающей поверхности бассейна

Большая роль в процессах трансформации части поступивших на поверхность атмосферных осадков в речной сток принадлежит самому водосборному бассейну. Характер и тип подстилающей поверхности водосбора может также предопределить существенные отклонения значений стока и типичных черт его режима [37].

2.3.1 Геологические условия и рельеф

В геологическом отношении бассейн р. Тобол занимает Западно- Сибирскую плиту, Тургайский прогиб, а также восточные склоны Южного и Среднего Урала.

Западно-Сибирская эпигерцинская молодая плита - это область развития почти горизонтально залегающих преимущественно рыхлых отложений мезозоя и кайнозоя (пески, глины, мергелистые алевролиты). Урал образовался в позднем палеозое в эпоху интенсивного горообразования- герцинскую складчатость. С особенностями геологического строения на Урале связано развитие процессов карста. В бассейне р. Тобол карст тоже распространен достаточно широко и связан с визейскими известняками, известняками и доломитами среднекаменноугольного, девонского и силурийского возрастов. Схема распространения карстующихся пород представлена в приложении Б рисунок 1. А.Г. Чикишев (1966) описывает карстовые явления в четырех районах по нижнему течению рек Нейвы и Режа, на реках Пышме и Исети. Известен карст в районе г. Челябинска и г. Троицка. Закарстованность водовмещающих пород сказывается на стоке рек, где характерно поглощение поверхностного стока понорами и карстовыми воронками, наличие в период межени сухих участков русел малых рек и общей разреженности гидрографической сети, а также высокий подземный сток. В таких районах могут наблюдаться большие отклонения стока малых рек в ту и другую сторону от его средних зональных значений [17,24,37,55].

Облик поверхности водосбора определяется рельефом. В районах со значительным расчленением местности и хорошо развитой гидрографической сетью наблюдается относительно высокий минимальный сток. Чем шире водосбор реки и значительнее развитие речной сети, тем больше вероятность участия поверхностных вод, сформированных дождями, в питании рек в период межени. Изменение минимального стока с увеличением высоты местности может быть весьма значительным. В отдельных случаях на низкий сток заметное влияние может оказывать хорошо развитая пойма реки. Заливаемые в весенний период обширные пространства пойм и первых террас задерживают воду в различного рода понижениях и способствуют их переводу в подземные аллювиальные воды, которые участвуют затем в питании реки в меженный период. В горных районах подобное наблюдается в местах значительного развития конусов выноса, которые сложены рыхлыми,

хорошо водопроницаемыми породами и аккумулируют воду в периоды паводков, отдавая ее в меженный период [12].

Бассейн р. Тобол расположен на Западно-Сибирской равнине (среднее и нижнее течение реки), в пределах Тургайского плато (верхнее течение), а его западная часть - на территории Южного и Среднего Урала. Плоская поверхность равнины пересечена широкими долинами левобережных притоков р. Тобола. Высота междуречий обычно не превышает 130-150 м, понижения имеют отметки менее 100 м. Междуречные пространства в лесостепной зоне представляют собой равнины, в пределах которых встречаются невысокие (2-4 м) плоские бугры, вытянутые в северо-восточном направлении [55].

2.3.2 Почвы

Почвенный покров играет большую роль в формировании минимальных расходов воды, через водно-физические свойства (водопроницаемость и водоемкость), которые определяют интенсивность испарения и способность впитывать и пополнять запасы грунтовых вод. В бассейнах с песчаными и супесчаными водопроницаемыми почвами вследствие значительной инфильтрации атмосферных осадков и предохранения их от испарения возникают благоприятные условия для аккумуляции подземных вод, а впоследствии питания в меженный период. Обратная картина наблюдается в бассейнах с глинистыми слабопроницаемыми почвами. Схема распространения почвенного покрова бассейна р. Тобол представлена в приложении Б рисунок 2 [55].

Механический состав почвообразующих пород в бассейне р. Тобол достаточно разнородный, однако среди пахотных угодий преобладают породы супесчаного состава – 42,5%, суглинистые и глинистые составляют 37,6%, песчаные – 13,6% и торфяные – 6,3%. По степени увлажнения, 45,3% общей площади пахотных угодий занимают автоморфные (нормально увлажненные) почвы; 40,3% – полугидроморфные (длительно избыточно увлажненные) и 14,4% – гидроморфные (постоянно избыточно увлажненные) [17].

Неоднородность природных условий данной территории определяет разнообразие ее почвенного покрова. На севере в пределах лесной зоны преобладают подзолистые, подзолисто-болотные и торфяно-болотные почвы на древнеаллювиальных отложениях. По механическому составу эти почвы большей частью тяжелосуглинистые и глинистые. Крупные песчаные массивы имеются лишь в верхней части бассейна р. Тавды и в междуречье нижних участков рек Тавды и Туры. К югу от верховьев р. Туры преобладают дерново-подзолистые и отчасти серые лесные почвы, сформировавшиеся на третичных глинах. В понижениях встречаются подзолисто-болотные почвы. Лесостепная часть бассейна отличается пестротой почвенного покрова, сформировавшегося на различного рода породах

в условиях очень дробного микрорельефа. В приречных расчлененных эрозией относительно хорошо дренированных участках сочетаются оподзоленные и выщелоченные черноземы и серые почвы. На плохо дренированных междуречных равнинах развиты комплексы лугово-черноземных почв в различной степени засоленных. Южнее р. Исеть преобладают выщелоченные черноземы, тяжелосуглинистые и глинистые по механическому составу. На территории бассейнов таких рек, как Ница, Пышма и Исеть (западные районы) встречаются участки серых лесных почв. Относительно большие участки с солонцами занимают восточные и центральные территории водосборов р. Миасс и р. Уй, а также юг бассейна р. Исеть [55].

2.3.3 Растительность

Характер растительных сообществ на территории бассейна реки также может влиять на минимальный сток. От характера растительности во многом зависят суммарные потери осадков на испарение. Это, прежде всего, транспирация, а также испарение осадков, удерживаемых кроной растений [37].

Наибольшее влияние оказывает лесная растительность. Над лесными массивами осадков выпадает больше, чем над безлесными пространствами. Поскольку суммарное испарение с лесных и безлесных участков практически одинаково, то сток выше с речных бассейнов, которые в большей степени покрыты лесом. Вместе с тем, известно, что лес способствует переводу поверхностных вод в подземные, повышая, таким образом, речной сток в период, когда реки питаются преимущественно подземными водами [12,37].

Исследования О.И. Крестовского (1986 г.) показали, что в результате вырубки лесов меженный сток может уменьшаться до 15% на средних реках и до 35% на малых реках лесной зоны. При восстановлении леса меженный сток меняется в зависимости от возраста леса: на участках нового леса 40- 80- летнего возраста доля минимального стока в годовом составе составляет в среднем 35%, в 100- летних лесах- 55%, а в старых лесах- 60%. Наиболее существенное влияние леса может быть в лесостепной зоне, поскольку разница процессов инфильтрации воды в лесных и степных почвах весьма большая. В районах недостаточного увлажнения древесная растительность, распространенная в зоне высокого стояния подземных вод и может расходовать значительное количество влаги на транспирацию, поэтому в случае ее уничтожения, речной сток в меженный период может, заметно увеличиться [12,37].

Бассейн р. Тобол на севере покрыт лесной растительностью, на юге - лесостепной и степной. Схема распространения растительности представлена в приложении Б рисунок 3. Южная граница леса, в общем, соответствует северной границе распространения черноземов

и проходит примерно по водоразделу рек Пышмы и Исети, вблизи Урала поворачивает на юг и спускается до верховьев р. Течи. Южная граница лесостепи практически совпадает с государственной границей между Россией и Казахстаном, захватывая лишь крайние северные локальные его участки. В пределах Казахстана в бассейне Тобола господствует типичная степь, граница которой проходит почти по одним координатам с южной границей бассейна Тобола. В северной части района (бассейн р. Тавды) преобладают сосновые леса, более густые вблизи Уральских гор и на хорошо дренируемых берегах рек. В низинах встречаются еловые леса с примесью кедра, сфагновые болота, часто облесенные, массивы березняков. К югу от верховьев р. Туры, помимо боров с густым травяным покровом, получили большое распространение березовые леса. Между увалами расположены массивы болот. По направлению к югу леса разрежаются, приобретая вид парковых; начинается лесостепь с разнообразными растительными группировками. Основной фон естественной растительности составляют луговые степи и остепненные луга с множеством пресных и соленых озер, с березовыми колками, рассеянными по блюдцам и западинам. На приречных песках и выходах гранитов встречаются массивы сосновых боров. Как на месте лиственных лесов, так и в районах луговых степей основные площади зоны лесостепи распаханы [55,70,71].

2.3.4 Водные объекты

На территории бассейнов рек также могут располагаться водные объекты- озера, болота, ледники. При оценке их роли в формировании минимального стока необходимо учитывать морфологические и климатические условия рассматриваемого района, а также их площадь, число, расположение на водосборе [12,37].

В бассейне насчитывается около 11770 водотоков и свыше 19000 водоемов (озер, водохранилищ, прудов). Большинство водотоков (89%) имеют длину менее 10 км, около 1200 – от 10 до 50 км, около 115 рек – от 50 до 100 км, 45 рек- от 100 до 300 км, 3 реки- от 300 до 500 км, 7 рек- от 500 до 1000 км и две реки – более 1000 км. Общая длина всех водотоков 74 тыс. км. Основные притоки- Исеть, Тура, Тавда, Емуртла, Юрга, Тап, Нерда и Иска [42].

Влияние озер на режим речного стока обычно оценивается как положительное, т.е. чем больше озер на водосборе реки и чем они крупнее, тем более равномерно в течении года распределен сток и тем выше минимальный сток озерных рек по сравнению с не озерными в том же районе. Но если озера расположены в зоне недостаточного увлажнения в условиях плоского слаборасчлененного рельефа при отсутствии связи с речной системой, то они могут снижать величину низкого стока, т.к. в них поверхностные воды расходуются на испарение

летом и ледообразование зимой, не участвуя в питании рек. Например, А.М. Комлев (2002 г.) установил обратную связь минимального стока с озерностью в степных районах Западной Сибири. По структуре водного баланса озера делятся на две основные группы - сточные и бессточные. Система бессточного озера - это озерный бассейн в речном бассейне, та замкнутая часть последнего, с которой вода в речную сеть не поступает, а расходуется целиком на испарение. Сточное озеро - это дополнительная водная поверхность, испаряющая влагу, и, следовательно, годовой сток бассейна с озерами будет меньше, чем с безозерного. Им принадлежит важная роль, как регуляторам речного стока. В них накапливается избыток стока половодий и паводков, а затем, медленно стекая из озера, повышает сток реки в период межени [12,37].

На данном участке при средней годовой сумме осадков (x), равной 500 мм, озеро бессточно в том случае, когда его водосбор превышает площадь зеркала озера менее, чем в 2 раза. С перемещением к югу и уменьшением атмосферных осадков здесь резко снижается величина стока, а испарение с водной поверхности возрастает. Поэтому, для того чтобы озеро в этих условиях было сточным, водосбор должен превышать площадь его зеркала при количестве осадков 450 мм в 9 раз [37].

Но не все озера можно отнести к этим двум группам. Есть переходные озера - бессточные в маловодные годы и сточные в многоводные. Следовательно, действующая величина водосборной площади реки оказывается в этих непостоянных условиях [25].

В бассейне р. Тобол абсолютное большинство озер (92 %) имеет площадь менее 1,0 кв. км, 1340 водоемов являются малыми (от 1,0 до 10 кв. км), 135- средние по величине (от 10 до 100 кв. км) и только три (Кушмурун, Аксуат и Сарымоин - все они в Казахстане) - большие (более 100 кв. км). В приложении Б таблице 1 показаны основные характеристики озер в бассейне р. Тобол. Общая площадь водоемов 9,1 тыс. кв. км. Средняя озерность бассейна 2,1 %. Озера крайне неодинаковы по глубине, однако, преобладают мелководные водоемы со средней глубиной от 0,5 до 3 м. В лесостепной зоне широко распространены мелкие блюдцеобразные озера, которые периодически пересыхают в жаркое время года [37,42].

В зависимости от увлажнения территории изменяются размеры водосборных площадей озер. В районах достаточного увлажнения соотношение водосборных площадей и площадей водного зеркала озер невелико. Например, в бассейнах рек Туры, Тавды и Исети водосборная площадь превышает площадь водного зеркала в среднем в 3- 5 раз. В засушливых районах бассейна р. Тобола площадь водосбора превышает площадь зеркала в 6- 20 раз, нередко это соотношение превышает 20, достигая в отдельных случаях 200- 300 [37].

Кроме естественных водоемов на рассматриваемой территории много искусственных водоемов. Сток многих рек бассейна р. Тобол зарегулирован прудами и водохранилищами. Площади прудов колеблются от нескольких гектаров до 15-17 кв. км. Большинство крупных прудов находится на реках горной части Урала и прилегающих районов. Наиболее значительные из них (площадь зеркала от 4 до 17 кв. км) – Верхне-Исетское, Верхне-Сысертский, Нижне-Туринский, Вогульский, Миасский. В юго-восточных районах размеры прудов резко уменьшаются, что связано с засушливостью климата и маловодностью рек. В большинстве случаев площади прудов составляют 0,01- 0,2 кв. км. Количество прудов и водохранилищ, площадь их зеркал представлены в приложении Б таблице 2. Глубины прудов и водохранилищ также разнообразны. Максимальные глубины изменяются от 0,8 до 10- 15 м [37,55].

Влияние болот на минимальный сток довольно противоречиво. В некоторых случаях отмечается более высокий минимальный сток при большой заболоченности бассейнов. Однако в большинстве районов с сильной заболоченностью выявлена обратная картина, т.е. минимальный сток с сильно заболоченных бассейнов меньше. С понижением уровня болотных вод сток с болотного массива может прекратиться полностью. Массив этот к концу периода межени превращается, таким образом, в бессточную область речного бассейна. Также трудность выявления влияния степени заболоченности водосбора связана с тем, что зачастую на водосборах развиваются различные типы болот с разнообразной растительностью и неодинаковой мощностью активного слоя [12,37].

На рассматриваемой территории болота встречаются повсеместно. Наибольшей заболоченностью отличается северная часть. Здесь в бассейнах отдельных рек болотами занято до 25- 50 % и более их площади. В приложении Б таблица 3 представлены показатели заболоченности бассейнов отдельных рек в пределах бассейна р. Тобол. С севера на юг выделяются следующие болотные провинции: выпуклые олиготрофные (грядово-мочажинные) болота, евтрофные и олиготрофные (сосново-сфагновые) болота, равнинные евтрофные (тростниковые и крупно-осоковые) болота и тростниковые и засоленные болота. В провинцию олиготрофных грядово-мочажинных входят болота, основными признаками которых являются: 1) огромная площадь; 2) отсутствие границ между отдельными болотными массивами; 3) выпуклая поверхность с превышениями середин над краями до 7,5- 10 м; 4) большая мощность торфа; 5) господство грядово-мочажинного и озерного комплексов. Для провинции евтрофных и олиготрофных сосново-сфагновых болот характерно довольно пестрое чередование на сильно заболоченных водоразделах олиготрофных преимущественно сосново-сфагновых торфяников, евтрофных и мезотрофных болот. Равнинность, обилие бессточных впадин, близкое залегание

водоупорного горизонта - все это объясняет относительно большое распространение болот в лесостепной зоне. Тростниковые и крупноосоковые болота встречаются в основном в лесостепных районах (преимущественно одноярусные, окаймляющие озера с водой различной степени солености). Осоково- тростниковые болота: господствующий тип болот лесостепи. Крупноосоковые болота распространены в плоских слабо увлажненных и пересыхающих летом депрессиях. В провинцию тростниковых и засоленных болот входит крайний юг рассматриваемой территории. Болота здесь образовались в результате зарастания тростником и осокой пресных озер и стариц [37,55,70,71].

2.4 Гидрогеологические условия

Наибольший интерес при изучении низкого стока представляют грунтовые воды, поскольку они являются постоянным источником питания рек, определяя в маловодные периоды их режим стока. Грунтовый сток в реки зависит от количества водоносных горизонтов, участвующих в питании рек, их водообильности и водоотдачи. Количество прорезаемых рекой водоносных горизонтов определяется глубиной их залегания и дренирующей способностью реки. Грунтовые воды могут быть практически безнапорными и напорными (артезианскими). Последние выклиниваются обычно лишь на отдельных участках в виде родников. Однако для средних рек напорное питание составляет небольшую часть в меженном стоке. Подземные воды, заключенные в карстующих породах, имеют своеобразный режим, определяющийся степенью связи этих вод с поверхностью, водопоглотительной способностью и водоотдачей пород, а также масштабами развития подземных пустот и трещин, определяющих аккумулярующую способность пород. Наибольшее значение карстовые воды имеют в период низкого стока в маловодные годы. Реки некоторых карстовых районов могут не получать, а отдавать свои воды вплоть до полного исчезновения воды в меженный период. Такое большое влияние карстовых вод на сток в маловодный период свойственно лишь областям интенсивного развития карста. Несмотря на большие площади распространения карста, заметного влияния карстовые воды на низкий сток не оказывают, так как они имеют слабое развитие [12].

В питании рек бассейна р. Тобол подземные воды принимают относительно небольшое участие из-за уменьшения общей увлажненности территории и локального распространения карста. Здесь коэффициент подземного питания рек в среднем составляет 20-30%. В юго-восточной части, относящийся к полуаридной зоне, в условиях, где реки врезаются на незначительную глубину и с поверхности водосборы преимущественно сложены глинистыми отложениями, коэффициент подземного питания снижается до 10% и менее. Наименьший подземный приток в реки на большей части территории отмечается в

конце зимы перед весенним половодьем. Но для некоторых рек (Тагила, Исети, Нейвы, Уй и др.) наименьшая его величина наблюдается летом в связи с истощением запасов подземных вод из-за интенсивного испарения. Общие закономерности изменения по территории подземного стока из водоносных горизонтов можно видеть в приложении Б на рисунке 4 [24,37].

Таким образом, большая роль среди стокоформирующих факторов принадлежит климатическим. Наибольшая роль среди которых принадлежит атмосферным осадкам, без которых немислимо возникновение и развитие речного стока. Вместе с конденсировавшейся в бассейне влагой осадки являются главным источником всех вод на водосборе. Природные факторы не относящиеся к климатическим, в основном регулируют эту влагу, перераспределяя ее во времени и пространстве. Однако их вклад должен быть также оценен в полном объеме, так как в некоторых ситуациях влияние косвенных факторов выходит на первое место (геологические особенности, почвенно-растительный покров и т.п.). В плане ландшафтно-гидрологической организации бассейн реки Тобол в пределах Российской Федерации представляет собой особый интерес. В силу обширной территории водосбора, вытянутости его с севера на юг, наличие горного массива в сочетании с равнинной местностью обуславливают как закономерные, так и специфические условия стокоформирования и стокорегулирования.

ГЛАВА 3 ЛАНДШАФТНО - ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ

3.1 Исходная информация

Для реализации ландшафтно-гидрологического анализа из выпускной квалификационной работы М.Е. Трофимова «Минимальный летний сток в бассейне р. Тобол» (2016 год) заимствованы первоначальные данные в виде статистических параметров минимального летнего стока рек бассейна р. Тобол. Данные по 33 постам за период наблюдения в 116 лет (с 1896 по 2012 гг.) приведены в приложении В таблице 1 в виде нормы минимального летнего стока, его коэффициентов вариации и асимметрии, а также минимальные летние расходы воды 80 и 95-й % обеспеченности, на которые ориентируются при планировании водохозяйственных мероприятий. Сведения о пунктах наблюдений в бассейне Тобола, привлеченных к исследованию представлены в приложении Г таблице 1, а их размещение приведено в приложении Г на рисунке 1.

Для освещения особенностей распределения минимального летнего стока по территории исследования при построении карт использовались данные по небольшим водотокам, приведенным к площади водосбора 2000 км² с помощью переходного коэффициента $\frac{M_{2000}}{M_f}$. Величины минимального летнего стока отнесены к центрам тяжести водосборов, который устанавливался геодезическим методом (весовым), т.к. сток воды выступает интегральной характеристикой бассейна реки [55]. При этом не учитывались материалы по большим рекам с площадью водосбора более 30 тыс. км², а также по малым водотокам с резко аномальными условиями формирования стока (малые карстовые реки). Минимальный летний сток практический не зависит от площади водосбора при $F > 500-1000$ км². Водотоки с такими параметрами также не учитывались. В пределах бассейна реки Тобол недостаточное количество бассейнов попало под параметр площади водосбора от 1000 до 2000 км². В связи с этим, было принято решение увеличения максимального порога отбора до 5000 км². Поэтому к построению ландшафтно-гидрологических карт привлечены данные по 15 водосборам.

Речной сток для целей картирования переводится в относительные единицы измерения: в виде модуля стока или в виде слоя стока. Расходы минимального летнего стока с помощью представленной ниже формулы были переведены в миллиметры, т.е. слой стока.

$$Y = 10^{-3} \cdot Q \cdot F^{-1} \cdot t, \text{ где}$$

Y- слой стока, мм;

Q- объемный расход, м³/с;

F- площадь водосбора, км²;

t- время, с [30].

Рассчитанные исходные данные приведены в приложении В таблице 2. Также рассчитано отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации.

Для построения ландшафтной основы бассейна р. Тобол применялась «Ландшафтная карта СССР», составленная И. С. Гудилиным в 1980 г. В этом случае необходимо связать большое количество семантической информации с графической, привязать растровые данные, а также произвести операции вычисления атрибутивных таблиц. Именно поэтому, для решения картографических задач было выбрано программное обеспечение ArcGIS. Для решения поставленных задач, по ходу работы использовался ряд модулей и инструментов, например, такие, как SpationAnalyst (модули гидрология, интерполяция, поверхность) [76].

3.2. Ландшафтно-гидрологические особенности и закономерности распределения минимального летнего стока в бассейне р. Тобол

Сток летней межени и его статистические характеристики меняются в рассматриваемом бассейне реки в широких пределах, что связано как с различием условий увлажнения, так и с гидрогеологическими особенностями водосборов и другими факторами подстилающей поверхности.

Значения нормы минимального летнего стока бассейна р. Тобол изменяется в пределах от 0,468 мм (р. Ивдель - г. Ивдель) до 0,022 мм (р. Емуртла- с. Емуртла) (Прил. Г, рис. 2, рис.3) С северо-запада территории в направлении на юго-восток наблюдается тенденция уменьшения значений, что определяется рядом физико-географических факторов.

Так как в летний период в формировании стока рек кроме подземных вод принимают участие дождевые воды, то наименьшие расходы воды этого периода превышают зимние примерно в 2,5 раза. Даже в южной части области, где проявляются продолжительные бездождевые периоды, летние минимальные расходы остаются выше зимних. Для малых водотоков южной части бассейна р. Тобол возможно явление пересыхания рек.

Изолинии с самыми высокими показателями минимального летнего стока от 0,45 до 0,35 мм относятся к северо-западной части бассейна - территория горной области Урала. Здесь изолинии простираются в форме полукруга. Если выйти за рамки изучаемой территории, то будет видно, что изолинии в силу ограничивающей роли горной местности имеют замкнутый характер. В пределах этой части бассейна р. Тобол преобладают горные таежные леса. Это ландшафты редколесно-таежных низкогорий и луговых и тундрово-луговых среднегорий. Территория представляет собой преимущественно низкие горы с участками средневысотных, массивных, с выположенными

водоразделами и куполовидными вершинами, с глыбовыми развалами и останцами выветривания, сложенные метаморфическими, терригенными, терригенно-карбонатными, эффузивными и интрузивными породами, с кедрово-еловыми и еловыми, часто редкостойными лишайниково-моховыми, реже кустарничковыми лесами. Этот подтип ландшафтов сменяется равнинами редколесно-таежных низкогорий, представленных ландшафтами полого-увалистых и волнистых равнин, с останцовыми холмами, буграми пучения, с сосновыми, лиственничными, лиственнично-сосновыми, с примесью темнохвойных, редкостойных мохово-лишайниковых и кустарничковыми лесами, участками сфагновых и кустарничково-сфагновых болот. По высоте здесь господствуют предгорья холмисто-увалистые, с выположенными водоразделами, сложенные эффузивными, эффузивно-осадочными и интрузивными породами, с сосновыми, сосново-лиственничными, с примесью темнохвойных, редкостойных мохово-лишайниковых и кустарничково-моховых лесов.

. Следует отметить положительное влияние на высокие показатели нормы минимального летнего стока развитой гидрографической сети, значительного уклона поверхности, большого количества хорошо фильтрующего воды обломочного материала, в связи с чем высоких запасов подземных вод. Данная область бассейна имеет высокое гидрологическое значение и среднюю чувствительность.

Значительная густота изолиний на западе исследуемого бассейна также объясняется скоплением пунктов наблюдений на реках, водосборы которых лежат в пределах принятого диапазона площадей 1000-5000 км². Именно здесь берет начало большинство левых притоков Тобола в условиях хорошо расчлененной местности и несет свои водные массы на восток и юго-восток. Расположение пункта наблюдения вблизи истока реки определяет небольшую его водосборную площадь. В центральной части бассейна, где находится среднее и нижнее течения реки Тобол, достаточно большие размеры водосборной площади рек, даже с учетом поправки переходного коэффициента (например, р. Тура г. Тюмень (58500 км²) или р. Исеть с. Исетское (56000 км²)). Здесь есть пункты наблюдений, удовлетворившие параметрам заданного отбора (1000-5000 км²), но их не много как в западной и юго-западной части бассейна.

По мере продвижения на юг даже в пределах еще горной части изолинии начинают носить более редкий характер. Самая восточная изолиния, ограничивающая эту область, имеет значение не более 0,15 мм. Такое уменьшение нормы стока связано с меньшей расчлененностью местности относительно ее северной части, уменьшением абсолютных высот, здесь появляются бессточные озера, изменяется характер горных пород, увлажнение изменяется в сторону уменьшения осадков и увеличения испаряемости, а процент покрытия района растительностью становится меньше и ее состав уже иной. Здесь распространены такие подтипы ландшафт, как горные луговые степи и экспозиционные луга (преобладающий ландшафт - предгорья грядово-увалистые и мелкосопочные с выположенными водоразделами, сложенные метаморфическими, эффузивными

породами, с березовыми, осиново-березовыми и сосновыми травяными, часто остепненными лесами, луговыми степями, остепненными лугами и сельскохозяйственными землями, равнины и плато низкогорий с экспозиционными лесами (предгорья холмисто-грядовые, озерно-котловинные, сложенные метаморфическими, эффузивными и интрузивными породами, с сосновыми, березовыми, сосново-березовыми остепненными лесами) и межгорные и предгорные равнины (равнины плоские и волнистые, местами пологоувалистые, с останцовыми пологохолмистыми возвышенностями, сложенные метаморфическими, эффузивными, эффузивно-осадочными, терригенными карбонатными, интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями, луговыми степями, остепненными лугами, с участками березовых и сосновых лесов).

Отчетливо проявляется еще влияние гор в самой северной части бассейна равнинной территории- бассейны рек Пелым и Лозьва. Здесь изолинии имеют значение от 0,35 до 0,2 мм и повторяют траекторию распространения вслед за горными. Эта территория представлена среднетаежными ландшафтами, преимущественно озерно-аллювиальными аккумулятивными (равнины плоские и пологоволнистые, с березово-сосновыми долгомошно-сфагновыми и кустарничково-зеленомошными лесами) и водно-ледниковые аккумулятивные (равнины пологоувалистые, среднечетвертичные, по понижениям заболоченные, с сосновыми лишайниково-зеленомошными лесами). На юге рассматриваемой местности господствуют денудационные пластовые равнины, пологоволнистые, с ложбинами, реже оврагами, сложенные кремнисто-терригенными, реже терригенными породами, с елово-кедровыми и елово-березовыми с пихтой и кедром мелкотравно-зеленомошными лесами.

Влияние гор, выраженное в меридиональном направлении простирания изолиний, проявляется практически до изолинии со значением 0,1 мм. Эта область охватывает центральную часть бассейна реки (изолинии от 0,15 до 0,1 мм). С севера на юг изолинии сужаются. Северные бассейны таких рек как Тавда, Тура, Ница заняты преимущественно пологоволнистыми равнинами, с балками, сложенные кремнисто-терригенными породами, с сосновыми, сосново-березовыми и березово-сосновыми, местами с липой, травяно-кустарничковыми и травяными лесами с локально распространенными болотами лесные переходные и низинные, березовые, сосновы- березовые осоково-сфагновые и вейниково-осоковые.

Бассейны рек Пышма и северная часть бассейна Исеть заняты пологоволнистыми равнинами, местами с балками и оврагами, с отдельными озерами, по понижениям слабо заболоченные, сложенные терригенными породами, с сосновыми травяно-кустарничковыми, местами лишайниковыми, сосново-березовыми разнотравными лесами и участками сельскохозяйственных земель.

Южная часть бассейнов рек в пределах территорий, оконтуренных рассматриваемыми изолиниями, представлены плоскими равнинами, местами слабоволнистые, иногда гривистые, с

западинами и озерами, сложенные терригенными породами, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов и березовыми колочными лесами с повсеместно распространенными плоскими равнинами, с западинами и озерами, местами заболоченные, с галофитно-разнотравными лугами, с бескильницево-попынными и солянковыми группировками. Это область высокой гидрологической чувствительности и низкой значимости.

По сменяющимся с севера на юг ландшафтам в пределах изолинии 0,15-0,1 мм можно судить о тех природных компонентах, которые вносят наибольший свой вклад в норму стока. Здесь отчетливо наблюдается смена типов растительности и их состава, изменения типа болот, а также характера и степени влияния хозяйственной деятельности как на ландшафты, так и сток рек. В направлении с севера на юг уменьшается значимость ландшафтов, а их чувствительность наоборот возрастает.

Восточная часть бассейна р. Тобол характеризуется значениями нормы минимального летнего стока менее 0,1 мм. Здесь ослабевает влияние гор, поэтому изолинии имеют другой характер простираения: не с севера на юг, как это было ранее, а с северо-востока на юг. В пределах данной территории протекает река Тобол и расположены низовья ее притоков. В северной части это подтаежные ландшафты с мелколиственнично-хвойными и хвойными лесами (преимущественно низкие надпойменные террасы, пологоволнистые и плоские, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов и мелколиственных лесов) с локальными участками аккумулятивных болот (преобладают болота низинные грядово-мочажинные, ерниково-осоково-гипновые с березой и сосной по грядам, осоково-гипновые в мочажинах, с периферийным рядом кустарниковых и лесных ассоциаций). Подтаежные ландшафты постепенно сменяются лесостепными, среди которых широкое распространение получили денудационные пластовые (преобладают равнины плоские, местами слабоволнистые, иногда гривистые, с западинами и озерами, сложенные терригенными породами, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов и березовыми колочными лесами).

При анализе нормы минимального летнего стока 80 и 95-ной % обеспеченности выявлены те же закономерности и особенности распространения, что и в случае нормы минимального летнего стока (Прил. Г рис. 3, 4 и 5). Изолинии этих параметров практически полностью повторяют изолинии значений нормы минимального летнего стока, так как факторы, влияющие на значения одни и те же. Исключения составляют отдельные специфические районы бассейна, где при более низких значениях нормы минимального летнего стока проявляются более локальные условия для формирования. Таковым является междуречье рек Уй и Миасс. Здесь изолинии носит характер замкнутой со значением в 0,1. Это можно объяснить преобладанием плоских равнин, которые местами с западинами и озерами, в том числе солоноватыми, с пестрым растительным покрытием

в виде разнотравно-злаковых лугов, березовых колочных лесов с участием тростниковых болот на фоне сельскохозяйственных земель. Следует заключить, что следуя в сторону более низких значений нормы стока данного периода роль более локальных водорегулирующих факторов (в своем роде косвенных), как положительно влияющих на значения, так и отрицательно, проявляется более отчетливо. Это роль наличия карстовых пород, прудов и озер, характер рельефа, тип леса.

Коэффициент вариации (изменчивости) в данной работе характеризует изменчивость минимального летнего стока, являясь безразмерным параметром.

На карте «Распределение коэффициента вариации минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах РФ» (Прил. Г, рис. 3, б) отчетливо прослеживается меридиональное простираие изолиний, что связано с особенностями рельефа бассейна. В среднем величина изменчивости бассейна реки Тобол составляет 0,45, но выделяются районы, где отклонение от данного значения может достигать превышения почти в 2 раза (например, р. Пелым- пос. Пелым, значение параметра достигает 1.1) В горах вследствие высотной поясности значения исследуемого параметра выше, чем в пределах равнинной местности. Эта закономерность обусловлена значительной расчлененностью местности и большой амплитудой абсолютных высот в пределах водосборов, что вызывает значительную дифференциацию осадков, а так же оторванность русел рек от подземных источников питания. Коэффициент вариации минимального летнего стока имеет небольшие свои значения на Севере Урала, изменяясь от 0,1в высокогорной части до 0,4 в предгорьях. Анализируемая часть территории имеет достаточно устойчивый минимальный летний сток. Здесь положительно на формировании летнего минимального стока сказывается обилие подземных вод и достаточно высокий процент их участия в питании рек. Кроме того, водорегулирующую роль выполняет и лесная растительность, представленная еловыми и кедрово-еловыми лесами. Вклад в устойчивость стока вносит и повсеместно локальное распространение грядово-мочажинных болот. На зарегулированность летнего стока оказывает так же влияние наличие на ряде рек заводских прудов.

Распределение коэффициентов вариации минимального летнего стока на территории Среднего и Южного Урала подтверждает увеличение характеристики в горной местности относительно равнинной. Изолинии изменяются от 0,8 (р. Теча - с. Першинское) до 0,5 (р. Уй- с. Степное).В пределах этой территории происходит изменение типа растительности с лесной на лесостепную и степную (луговые степи и остепненные луга). Лишь на высотах 150-250 мм встречается лесная растительность, но ее состав уже иной. Это сосновые, лиственнично-сосновые и сосново-березовые леса. В предгорной части отмечается широкое распространение сельскохозяйственных земель. Забор воды на орошение тоже вносит определенный вклад в нарастание изменчивости стока. Низкий процент площадей, занятых озерами и болотами,

способствуют снижению водорегулирующей функции этих объектов. Однако, бассейны отдельных рек зарегулированы прудами и водохранилищами (р. Увелька - с. Красносельское; р. Миасс - с. Сосновское).

На северо-западе бассейна в пределах равнинного рельефа водосборы таких рек, как Пелым, Лозьва, Сосьва и Лобна характеризуются высокой изменчивостью стока. Изолинии увеличиваются от 0,5 (р. Сосьва - пгт.Сосьва) до 1,1 (р. Пелым - пос.Пелым). Несмотря на высокий процент лесистости территории, здесь большое влияние крайне неравномерного увлажнения, вследствие западной преграды для осадков в виде горного массива. Кроме того, долины рек Сосьвы, Ваграны, Турьи, Каквы и Лобны пересекают полосу достаточно чистых трещиноватых известняков (карстующая порода), нарушенных сбросами и надвигами. Влияние карста на сток рек в пределах данных бассейнов оказывает значительное участие в высокой изменчивости стока.

В центральной части бассейна р. Тобол (средние течения рек Тавда, Тура, Пышма, Исеть, Миасс) значение коэффициента вариации изменяется от 0,4 по периферии рассматриваемого участка до 0,1 и менее - в центре. Такая невысокая изменчивость стока является следствием высокой зарегулированности стока антропогенными объектами. Большое значения оказывает равнинность территории. В связи с небольшим уклоном реки (0,01%) осуществляется устойчивая и равномерная водоотдача. Природными водорегуляторами выступают озера и болота (до 30%), а также наличие лесной растительности и ее почвенный покров (через высокую инфильтрационную способность лесных почв, повышенный подземный сток, увеличением осадков над кронами).

На юго-востоке бассейна отмечаются высокие значения рассматриваемого параметра до 0,8 для условий равнинной местности. Главным образом, это связано с неравномерным заселением территории, и также пестротой распространения сельскохозяйственных и промышленных отраслей. Свою роль вносит, также как и на остальной южной территории бассейна, крайне неравномерное увлажнение, отсутствие лесной растительности и незначительный процент распространения болот, а озера носят характер бессточных. Но если на остальной территории эти показатели естественных регуляторов затушевываются высокой антропогенной зарегулированностью, то на юго-востоке их вложение проявляется и изолинии имеют значения до 0,8.

Коэффициент асимметрии представляет безразмерный статистический параметр, характеризующий степень несимметричности ряда рассматриваемой случайной величины относительно ее среднего значения.

В целом подавляющее большинство рассчитанных значений отношения коэффициентов асимметрии к коэффициентам вариации являются положительными. Для бассейна р. Тобол это значит, что годы с малой водностью повторяются чаще, чем с высокой.

Изначально планировалось провести картографирование отношения коэффициента вариации к асимметрии с помощью метода районирования, которое было рассчитано для всех бассейнов в пределах водосбора р. Тобол. В результате хаотичного расположения данных соотношений, выявление закономерностей в их расположении затрудняется. Подобная ситуация объясняется не только активным освоением исследуемого бассейна, но и тем, что адекватный расчет коэффициентов асимметрии требует очень продолжительных рядов наблюдений, порой в сотни и более лет, чего, к сожалению, нет в пределах этой территории. Поэтому полученное распределение соотношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации минимального летнего стока в бассейне р. Тобол требует серьезного осмысления с учетом вышеизложенной ситуации и, возможно, его корректировки или полного отказа от идеи его картографирования. Несмотря на это, полученная карта имеет место быть (Прил. Г, рис.7). На картографическом материале отображены центры тяжести водосборов отдельных рек и сами границы водосборов, а также значение отношения коэффициента асимметрии к вариации, следовательно, мы можем применять эти данные в рамках отдельных бассейнов рек. Это несет как практическую, так и научную ценность, ведь значения представлены в большинстве по водосборам малых слабо изученных рек, тем не менее регулярно используемых человеком.

3.3 Гидрологическое значение ландшафтов

Понятие значимость подразумевает реализованный в конкретных процессах водно-ресурсный потенциал ландшафтов, учитывающий водный баланс территории и ее дренированность. Кроме того, через испарение, транспирацию и задержание осадков прослеживается связь с почвенно-растительным покровом, а через гравитационную и соляную экспозицию и протяженность путей стока до дренирующих водотоков - связь с рельефом местности [7].

Мерой значения является норма минимального стока с ландшафтных комплексов в период летней межени. Изменение этого параметра по территории позволило выделить четыре группы ландшафтов с очень высоким, высоким, средним и низким значением, различающихся по расположению в пределах речного бассейна, водно-ресурсным потенциалом и почвенно-растительным покровом (табл. 1).

Таблица 1

Гидрологическое значение ландшафтов для формирования минимального летнего стока бассейна реки Тобол

Степень значения	Норма минимального летнего стока, мм
Очень высокое	До 0,2

Высокое	0,2-0,15
Среднее	0,15-0,1
Низкое	Менее 0,1

Очень высокое гидрологическое значение имеет горная и предгорная часть территории исследования, расположенная на западе бассейна Тобола, протягивающаяся с севера на юг приблизительно от 61° 50' с.ш. до 59° с.ш. Район включает в себя ландшафтные комплексы низких и средневысотных гор, с небольшими локальными равнинными поверхностями. Норма минимального летнего стока здесь составляет максимальное значение для данного бассейна от 0,468 до 0,2. Территория покрыта темнохвойными и светлохвойными породами, с участием березы в сосновых лесах на горно-таежных подзолистых почвах. Отнесение указанной территории к области с высокой значимостью обусловлено следующими причинами:

- несмотря на небольшие высоты горной системы (270-400 м), но значительная расчлененность местности и развитая гидрографическая сеть (от 0,31 до 0,50 км/км²) положительно сказываются на формировании относительно высокого минимального летнего стока [55];
- значительный уклон поверхности (20-30°) обуславливает бурное протекание процессов стока, снижение русловых потерь воды на испарение, а также на транспирацию, что так же способствует увеличению минимального летнего стока [10,11];
- большое количество обломочного материала горных пород обеспечивает в летний период дополнительное питание рек, благодаря переводу поверхностных вод в подземные [14,55];
- обилие подземных вод и относительно высокий процент их участия в питании (коэффициент подземного питания рек в среднем составляет 20-30%). В центральной части территории проходят изолинии подземного стока равного 3,0-2,0 л/сек³, что является наиболее высокими показателями для данного бассейна [14,55].

Роль почвенно-растительного покрова в формировании минимального летнего стока в условиях горного рельефа в силу значительной расчлененности и уклонов местности затушевывается.

Отличительной особенностью территории является наличие меридианально-вытянутых узких карстовых полос среди некарстующих толщ (известняки), образующих воронки, провалы, колодцы и пещеры. Вопрос их влияния на минимальный сток остается

открытым, его распространение может иметь как положительный, так и отрицательный характер. Ввиду увеличения в горной местности подземного стока до 3,5 л/сек³, можно сделать вывод о благоприятной роли карста и отнести данный район также к территории с высоким гидрологическим значением. Карстовые воронки усиливают поглощательную способность ливневых вод, что обеспечивает более равномерное питание рек [14].

К категории высокой степени значения относится как прилегающая к горным низкогорьям северо-восточная часть бассейна реки Тобол, которая представлена северными частями водосборных площадей таких рек, как Пелым, Лозьва и Сосьва, так и центральная часть вплоть до водосбора реки Ница. К этой зоне были отнесены ландшафтные комплексы с показателем нормы минимального летнего стока до 0, 15мм. Район представляет собой пологоволнистые и полого-увалистые равнины, занятые преимущественно темнохвойной и светлохвойной тайгой (сосна, ель, кедр) с небольшими участками произрастания березы (междуречье рек Лозьва и Сосьва) на подзолистых и глеево-подзолистых почвах. Выделение данных ландшафтов в область с высоким гидрологическим значением следует объяснить следующими причинами:

- Повышенная лесистость данной территории относительно остальной части рассматриваемого бассейна выполняет водорегулирующую функцию, одним из следствий которой является сглаживание колебаний значения стока летней межени. Кроме того, инфильтрационная способность лесных почв в 10-20 раз больше, чем инфильтрация почв открытых безлесных или слабо облесенных территорий. Это в летний период положительно сказывается на формировании стока: подстилка предотвращает размывание и разрушение почвенных комочков и способствует поддержанию высокой водопроницаемости почв. Кроме того, над лесом выпадает больше осадков, приблизительно на 8-15%, а конденсируемая из воздуха влага усиленно осаждается на наземных частях леса, что составляет еще примерно 10% от суммы атмосферных осадков. Лесная подстилка таежных ландшафтов значительно сокращает испарение воды с поверхности почвы примерно на 39-69% в сравнении с почвами без подстилки [38,47,48,50,52,65];

- суммарное испарение на 5-20% выше, тем самым предохраняя водосбор реки от переувлажнения и заболачивания, и сохраняя минимальный летний сток относительно стабильным во времени [14];

- заболоченность района (25-50%) положительно сказывается на стоке в период летней межени, благодаря повышенной характеристике обводненности торфяных залежей [32];

- устойчивая и равномерная водоотдача в связи с небольшой крутизной склонов(уклон реки 0,01%), а также наличием водорегулирующих объектов (болота и озера) [14,55].;

- высокие значения относительно всего бассейна подземного стока – от 1,5 до 2,0 л/сек³;

- наличие карстовых пород (долины рек притоков Сосьвы);

- территория характеризуется малой сельскохозяйственной нагрузкой в отличие от южной части бассейна.

Также к категории ландшафтных комплексов с высоким гидрологическим значением отнесены повсеместно расположенные в пределах бассейна Тобола болота, роль которых была описана ранее.

Среднее гидрологическое значение имеют ландшафтные комплексы с нормой минимального летнего стока 0,15-0,1мм, что соответствует водосбору реки Пышма и отчасти бассейну реки Исеть. Это полого-увалистые и пологоволнистые равнины, с ложбинами, балками и оврагами, с сосновыми, сосново-березовыми и осиново-березовыми травяными лесами.

К категории ландшафтных комплексов с низкой гидрологической значимостью отнесены южная и восточная части бассейна. В восточной части бассейна ослабевает влияние горной местности и изолинии меняют свой характер направления- с северо-востока на юг, но значения составляют менее 0,1 мм. На юге простирается изолиния со значением в 0,15 мм, но в силу широкого распространения западин и бессточных озер принято решение эту область отнести к территории с низкой значимостью. В пределах Южного Урала шаг между изолиниями сокращен, потому как значения стока относительно среднего и северного Урала невелики. Ландшафты этой территории имеют низкое гидрологическое значение, так как не обеспечивают устойчивый сток на реках в летний период.

Здесь выделяется две группы ландшафтов:

1.Подтаежная зона бассейна - плоские, пологоволнистые и пологоувалистые равнины с мелколиственно-хвойными и хвойными лесами.

В пределах этой территории благоприятно влияет на сток появление лиственных пород на опушках леса, что способствует увеличению общего увлажнения на 25-45% (в сравнении с увлажнением в крупных лесных массивах). Также положительно сказывается повышенная озерность предгорных территорий, Уй-Миасского и Миасс-Исетского междуречий (5-10%). Рекам присуще пойменная многорукавность (Ница, Пышма, Исеть). В междуречьях рек Тавды и Туры на нижних участках расположены крупные песчаные массивы, обладающие высокой водопроницаемостью. Но в силу таких негативных факторов

как, большое испарение с почвы и напочвенной растительности в лиственных лесах, инфильтрации почв, уменьшения значений подземного стока (0,5 л/сек³), а также увеличения антропогенной нагрузки, территория имеет низкое гидрологическое значение [55].

2. Вторая группа ландшафтных комплексов с низкой гидрологической значимостью включает в себя лесостепь Западно-Сибирской равнины и территорию Южного Урала до широты 54° с.ш. Данная группа представлена плоскими, слабоволнистыми равнинами, с повсеместным распространением многочисленных озер и западин. Здесь в полуаридных условиях, реки врезаются на незначительную глубину и с поверхности водосборы сложены преимущественно глинистыми отложениями. В силу равнинности территории и небольших уклонов речная сеть наименее водоносна. Большинство озер этой территории (80%) занимая бессточные впадины, не имеют стока, а остальные представляют собой мелкие блюдцевидные периодически пересыхающие водоемы. Заболоченность в пределах рассматриваемой территории 1-2%. Для данной территории свойственно преобладание временных водотоков [55].

Результатом проведенной оценки является карта «Районирование бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации по гидрологической значимости ландшафтов» (Прил. Г, рис. 8)

3.4 Гидрологическая чувствительность ландшафтов

В ходе проведения данного исследования чувствительность рассматривается как возможность реализации процессов восполнения динамических влагозапасов и ландшафтного регулирования стока в летний меженный период [9].

Высокая чувствительность отмечается для ландшафтов с низкой стокорегулирующей способностью. Это лесостепные ландшафты бассейна, представленные плоскими, слабоволнистыми равнинами, с повсеместным распространением озер и западин. Низкое регулирование стока связано с распространением многочисленных бессточных озер, глинистых отложений, невысокой заболоченностью, а также равнинностью территории и преобладанием небольших уклонов. Эта часть бассейна ранее была отнесена по значимости ко второй категории низкого гидрологического значения.

Средняя чувствительность характерна для значительной части территории, занятой ландшафтами со средней регулирующей способностью. Это ландшафтные комплексы подтаежной зоны и горной местности. В пределах Урала это комплексы низких и средневысотных гор, покрытых темнохвойными и светлохвойными породами, с участием березы в сосновых лесах на горно-таежных подзолистых почвах. Вопреки ряду таких

положительных стокорегулирующих факторов, как развитая гидрографическая сеть, обилие подземных вод и относительно высокий процент их участия в питании, а также наличие регулирующих прудов, негативно на регулировании стока сказывается горный рельеф и наличие карстующих пород. В пределах Западно-Сибирской равнины это плоские, пологоволнистые и полого-увалистые равнины с мелколиственно-хвойными и хвойными лесами.

Низкую чувствительность имеют таежные ландшафты территории исследования, которые представлены пологоволнистыми и полого-увалистыми равнинами, занятыми преимущественно темнохвойной и светлохвойной тайгой с небольшими участками произрастания березы на подзолистых и глеево-подзолистых почвах. Низкая чувствительность данных природных комплексов связана с зарегулированностью водоразделов, вследствие значительных показателей лесистости (50-70%) и болотистости (25-50%), что обеспечивает умеренное стокообразование в период летней межени.

На основании результатов анализа ландшафтов бассейна реки Тобол в пределах РФ по значимости и чувствительности составлена таблица 2 совмещения рассмотренных критериев.

Таблица 2

Гидрологическая значимость и чувствительность в соотношении с ландшафтными комплексами бассейна реки Тобол в пределах РФ.

Функциональные признаки		Ландшафты
Значимость	Чувствительность	
Очень высокая	Средняя	Низкие и средневысотные горы, покрытые темнохвойными и светлохвойными породами, с участием березы в сосновых лесах на горно-таежных подзолистых почвах.
Высокая	Низкая	Пологоволнистые и пологоувалистые равнины, занятые преимущественно темнохвойной и светлохвойной тайгой с небольшими участками произрастания березы на подзолистых и глеево-подзолистых почвах.
Средняя		
Низкая	Высокая	Плоские, слабоволнистые равнины, с повсеместным распространением озер и западин.
	Средняя	Плоские, пологоволнистые и пологоувалистые

		равнины с мелколиственно-хвойными и хвойными лесами.
--	--	--

Таким образом, в ходе ландшафтно-гидрологического исследования территории с применением программного обеспечения ArcGis составлена серия карт: «Водосборы бассейна р. Тобол в пределах РФ», «Минимальный летний сток рек в бассейне Тобола в пределах РФ», «Районирование бассейна р. Тобол в пределах РФ по гидрологической значимости ландшафтов», «Минимальный летний сток рек 95%-ной обеспеченности в бассейне Тобола в пределах РФ», «Минимальный летний сток рек 80%-ной обеспеченности в бассейне Тобола в пределах РФ» и «Распределение коэффициента вариации минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах РФ».

В ходе ландшафтно-гидрологического анализа рассмотрено распределение статистических параметров минимального летнего стока, которое в первую очередь, зависит от таких ландшафтных факторов, как величина осадков, испарение, уровень грунтовых вод, тип растительности и процент ее абсолютного покрытия, степень распространения болот и озер, а также их генезис, геологические разности на территории и почвенный покров. Однако, не во всех случаях распределение в полной мере определяется природными водо-регуляторами. В отдельных случаях высоко влияние техногенеза в виде руслового регулирования, распашки, водоснабжения.

ГЛАВА 4 УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ БАССЕЙНА РЕКИ ТОБОЛ С УЧЕТОМ ЛАНДШАФТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

4.1 Конфликты и проблемы использования водных ресурсов в период летней межени

Территория бассейна реки Тобол характеризуется, как крупнейший комплекс с высоким уровнем индустриально-аграрной освоенности территории, характеризующийся развитием отраслей материального производства, научно-техническим потенциалом наличием материально-сырьевой базы. На сегодняшний день водосбор реки характеризуется крайне сложной водохозяйственной обстановкой. В настоящий момент забираемые расходы воды близки к своему верхнему пределу. Здесь коэффициент использования ресурсов речного стока исчисляется в 24-30%, тогда как в целом для территории Западной Сибири он составляет всего 1,3 -2,1 %. Существует ряд проблем в использовании территории, которые отражаются на состоянии водных ресурсов [49].

Одной из проблем выступает зарегулированность стока реки в ее верхнем течении. Река Тобол имеет трансграничный характер и регулирование стока осуществляется двумя государствами - Россией и Казахстаном (табл.1) .В целом бассейн характеризуется высокой природной изменчивостью речного стока, а также уровня грунтовых вод на общем фоне процессов аридизации и начавшемся цикле маловодных лет, что предопределяет существенные риски для маловодья [49].

Таблица 1.

Распределение основных показателей бассейна реки Тобол по государствам.

Река	Показатели	Всего	Распределение по государствам	
			Казахстан	Россия
Тобол	Площадь бассейна, тыс км ²	426	99	327
	Протяженность реки, км	1591	583	1008

Каскады водохранилищ были сооружены в верхнем течении реки с целью обеспечения возможности накопления вод, а также для регулирования и управления водными ресурсами в верхнем течении бассейна. Наличие водохранилищ с одной стороны решает проблемы водообеспеченности или снижает остроту данной озабоченности для территории верхнего течения реки, а с другой увеличивает риск маловодий для районов среднего и нижнего течения [55].

К верхнему течению реки относятся 7 водохранилищ Костанайской области Республики Казахстан (в скобках указана полная емкость (объем), млн. куб. м):

- Верхне - Тобольское (816,6);
- Каратомарское (586);
- Джелкуарское (34);
- Кзыл-Жарское (9,73);
- Амангельдинское (6,75);
- Сергеевское (5);
- Верхне-Шортандинское (3,6).

Все они также удовлетворяют хозяйственно-бытовые нужды городов, садовых обществ и крестьянских хозяйств, а так же водопотребление в промышленных целях. Кроме того, Верхнее – Тобольское водохранилище служит для подпитки нижерасположенного Каратомарского водохранилища и является наиболее крупным в своем роде регулятором стока по объему [49,55].

Крупные водохранилища в бассейне Тобола построены и функционируют и на территории России: на реке Уй Троицкое и Южно-Уральское, на реке Тобол – Курганское (90 млн. м³). Список стационарных водохранилищ на территории бассейна р. Тобол по данным Нижне-Обского водохозяйственного управления (без регулируемых озер и стариц) представлен в приложении Б таблице 4.

Проблемы, возникающие в связи с зарегулированием стока, носят острый межгосударственный характер, определяемый политикой водозабора двух государств.

Важным аспектом в функционировании системы реки Тобол является развитый сегмент сельского хозяйства. Сюда стоит отнести как распашку целинных и залежных земель в период прошлого столетия, так и современные объемы забора воды на нужды сельского хозяйства.

Распашка целинных и залежных земель является одним из основных процессов, изменившим характер поверхностного стока и определивший современные эрозионные процессы, заиление русел и долин рек, а также повлекший к ухудшению гидрологического режима.

Сейчас сельское хозяйство включает в себя как забор воды на орошение, обводнение и водоснабжение данной отрасли, так и процессы сброса дренажных вод после промывки засоленных земель и водоотведения в виде осушения заболоченных земель. Эти комплексы мероприятий обеспечивают из всех отраслей народного хозяйства первое место сельскому хозяйству по объемам потребляемой воды на водосборе реки Тобол.

Основная часть воды используется на орошение. Влияние орошения на речной сток носит сезонный характер и проявляется в период вегетационного развития растений, который совпадает с летним меженным периодом на реках. Чем раньше начинается межень и она

длительнее, тем большее влияние на сток оказывает забор воды для орошения. Орошение значительных территорий, вызывая снижение меженного стока в первой половине летнего сезона, обычно обуславливает его возрастание в конце лета, осенью или даже зимой, когда сначала сокращается, а потом и прекращается забор воды из рек на орошение и начинается усиленный приток накопившихся подземных вод в речную сеть (если основная их часть не ушла на испарение) [55].

Распределение пашни юга Тюменской области по административным районам, устроено так, что Заводоуковский, Упоровский и Исетский районы представляют наиболее распаханые территории с долей пашен 30-40%. Тогда как доля распаханности северных районов достигает 20-30 % , а по мере продвижения к северу водосбора процент распашки может снизиться и до 5%, имея наиболее древнюю структуру распашки (расположение небольших участков от устья вдоль Тобола до впадения Туры). Данное хозяйственное явление отчетливо подчиняется закону широтной зональности [22].

Площадь земель регулярного орошения в пределах всего бассейна реки составляет 31677 га, из них 12009 га переведены в земли государственного запаса, а 104338 га – земли лиманного орошения. Степень влияния осушительных работ в границах водосбора реки зависит от местных особенностей территории и проявляется по-разному, но в целом обычно происходит увеличение сезонного стока рек после осушения. При интенсивном осушении болотного массива средний модуль минимального стока с него возрастает примерно в 3,5-4,0 раза, а в случае осушения редкой сетью - в 2-3 раза, по сравнению с неосушенным болотом [49].

В районе урбанизированных территорий в меженный период колебания уровней воды становятся более резкими вследствие неравномерного сброса различного рода сточных вод и производства водозаборов. Выпадающие на городскую территорию в теплый период года даже относительно небольшие осадки почти полностью стекают в водотоки, создавая кратковременное увеличение стока, не наблюдающееся на остальной не урбанизированной территории. Влияние урбанизированных территорий проявляется в двух противоположных направлениях в зависимости от климатических и гидрогеологических условий территории и особенностей городского водоснабжения. Основное влияние урбанизация оказывает на качество речного стока в меженный период.

Существующие проблемы в бассейне р. Тобол связаны в основном с расположением крупных промышленных центров в бассейнах основных притоков реки. Так, суммарный дефицит водных ресурсов р. Исеть в устье (в основном вследствие дефицита на р. Миасс) составляет 0,3 и 0,5 км³ для современного и перспективного

водозабора, соответственно. Существенные ДВР отмечены в бассейне р. Тагил (приток Туры) — 0,12 и 0,18 км³ соответственно.

Существующие в настоящее время системы водоснабжения по многим промышленным районам не могут удовлетворить растущих требований к водообеспечению. Дефицит ресурсов поверхностных вод связан в основном с расположением крупным промышленным центром. К району, испытывающему недостаток в воде, относится г. Екатеринбург, где водоснабжение производится в основном из Верхне-Исетского водохранилища (р. Исеть). Здесь дефицит водных ресурсов р. Исеть в устье (в основном вследствие дефицита на р. Миасс) составляет 0,3 и 0,5 км³ для современного и перспективного водозабора соответственно. Кроме того, дефицит воды испытывает г. Нижний Тагил и смежные с ним районы. Существенные дефициты водных ресурсов составляют в бассейне р. Тагил (приток Туры) — 0,12 и 0,18 км³ для современного и перспективного водозабора соответственно. Для решения проблемы используются расположенные на р. Тура (с притоками Вогулкой, Выей, Баранчой, Салдой и р. Кувшой) Черноисточинское и Нижне-Тагильское водохранилища, Верхне-Выйский, Выйский, Нижне-Баранчинский пруды. Черноисточинская и Ушаковская гидротехнические системы являются крупнейшими гидроузлами в бассейне р. Тагил. Ушаковская система предназначена для переброски стока с верховьев р. Черной в Черноисточинское водохранилище. Вода из водохранилища направляется по рекам Исток, Черная и Тагил в Нижне-Тагильское водохранилище, из которого забирается для водоснабжения. Водоснабжение г. Кургана осуществляется из водохранилища на р. Тобол, расположенного вблизи города. Возникающий дефицит воды устраняется созданием Кочердыкского водохранилища на р. Тобол. Восточные районы Курганской области, находясь в пределах бессточной части междуречья Тобола и Ишима, крайне недостаточно обеспечены водой. В настоящее время сельскохозяйственное водоснабжение производится из местных источников - озер, а водоснабжение городов - по существующему «продольному водопроводу», направленному вдоль железной дороги от г. Кургана до с. Макушино [10,22].

Крупными водопотребителями в городах являются тепловые электростанции (данные о водопотреблении представлены в приложении Б таблице 5). При производстве электроэнергии необходимо охлаждать агрегаты, для чего и происходит забор воды из рек, а далее ее сброс ниже по течению. Вода сбрасывается с более высокой температурой, чем изначально, т.к. забирает часть тепла, проходя через охлаждающую систему. При этом часть воды испаряется, что особенно интенсивно проявляется в летний период. В меженный период водоснабжение

крупных тепловых электростанций возможно только по оборотной системе, реже- по смешанной [55].

4.2 Зонирование бассейна реки Тобол по направлениям хозяйственного использования и перспективам развития в период летней межени

Зонирование бассейна по направлениям хозяйственного использования и перспективам развития проведено на основе представлений о гидрологическом значении и чувствительности вод ландшафтов в период летней межени (Прил. Г, рис. 9). Данное зонирование является водоохраным, учитывающее условия формирования и регулирования стока в различных природных комплексах. Но при этом необходим учет степени реализации гидрологических функций, типичных для ландшафтных территорий, определяющих потенциал ее использования (табл. 2).

Таблица 3.

Цели территориального развития бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации

Типы целей	Характеристика территории
Сохранение современного состояния или использования	Ландшафтные комплексы с преимущественно очень высокими стокоформирующими средними стокорегулирующими функциями
Развитие существующего и планируемого использования	Ландшафтные комплексы с высокими и средними стокоформирующими и средними стокорегулирующими функциями
Улучшение с последующим переводом в экстенсивное использование	Ландшафтные комплексы с пониженными стокоформирующими и повышенными стокорегулирующими функциями, в том числе за счет интенсивного использования

В пределах исследуемого водосбора выделяются следующие зоны:

1. Сохранения современного состояния или использования.

В эту зону были отнесены территории, обладающие высокими значениями и высокими или средними значениями чувствительности. Это ландшафтные комплексы подтаежной зоны и горной местности. Они включают низкие и средневысотные горы,

покрытые темнохвойными и светлохвойными породами, с участием березы в сосновых лесах на горно-таежных подзолистых почвах.

Для этих природных комплексов присуще следующие особенности:

- высокий стокоформирующий потенциал;
- повышенная стокорегулирующая роль природных компонентов;
- оптимальное взаимодействие поверхностных и подземных вод с целью поддержания минимального летнего стока.

Эту зону рекомендуется рассматривать как средоформирующее ядро всего бассейна по отношению к водным ресурсам. Необходимо сохранять не только уже существующую и успешно функционирующую ландшафтную структуру, но и поддерживать принцип ее целостности как гарантии поддержания водных ресурсов в период летней межени на естественном уровне. Необходим отказ от такой хозяйственной деятельности, которая приводит к резким изменениям структуры водного баланса в летний период. В силу преобладания высотной поясности рекомендуется воздержаться от инженерных вмешательств в русла и долины рек.

В зону сохранения современного состояния также следует отнести повсеместно расположенные по бассейну локальные участки всех типов болот с исключением любого антропогенного воздействия.

2. Развитие существующего и планируемого использования.

Эта зона включает в себя ландшафтные комплексы с высокими и средними стокоформирующими и средними стокорегулирующими функциями, характеризующаяся:

- низкая чувствительность к изменениям гидрологического режима и относительная устойчивость русловых процессов;
- повышенная стокорегулирующая роль природных компонентов;
- большая инерционность стокообразования.

Эта территория представлена пологоволнистыми и пологоувалистыми равнинами, занятыми преимущественно темнохвойной и светлохвойной тайгой с небольшими участками произрастания березы на подзолистых и глеево-подзолистых почвах.

В рассматриваемой зоне должен реализовываться следующий принцип природопользования: воздействия на природные стокоформирующие комплексы должны проводиться с интенсивностью, обеспечивающей естественное восстановление территории за счет ее собственного средовосстановительного потенциала.

3. Улучшение с последующим переводом в экстенсивное использование.

В эту зону включает в себя ландшафтные комплексы с пониженными стокоформирующими и повышенными стокорегулирующими функциями. Для нее характерно:

- низкий стокоформирующий потенциал;
- нестабилизированная структура водного баланса;
- высокая инфильтрационная способность почв.

Это плоские, слабоволнистые равнины, с повсеместным распространением озер и западин, а также плоские, пологоволнистые и пологоувалистые равнины с мелколиственно-хвойными и хвойными лесами.

В этой зоне в силу интенсивной деятельности человека нарушены основные гидрологические функции ландшафтов, что привело к снижению их ресурсоформирующего потенциала. В данной зоне необходимо соблюдение следующих принципов природопользования:

1. восстановление и поддержание ландшафтной структуры;
2. восстановление естественного и искусственного растительного покрова по средствам проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий;
3. до появления устойчивой тенденции к восстановлению территории отказ от хозяйственной деятельности.

Таким образом, в силу трансграничного характера водосбора р. Тобол, а также длительного и интенсивного использования водных ресурсов необходимо особенно взвешенно принимать решения по дальнейшим программам водопользования. В пределах водосбора уже есть ряд острых геоэкологических проблем, например, загрязнение вод, вследствие чего стокоформирующие ландшафтные комплексы становятся более уязвимыми к процессам саморегуляции и функционирования. Для наиболее положительных результатов водопользования, как для общества, так и для природы, необходимо иметь подобные материалы не только за период летней межени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для достижения поставленной цели научно-исследовательской работы были реализованы выдвинутые задачи, на основании чего сделаны следующие выводы:

1. Анализ научной литературы и картографических материалов показал, что по территории бассейна реки Тобол отсутствуют работы по формированию ландшафтно-гидрологической оценки. В районах активного хозяйственного освоения, к каковым относится бассейн р. Тобол, требуются картографические источники, основанные на данных ландшафтно-гидрологической оценки, так как экстремальные характеристики стока рек имеют тенденцию существенной трансформации под влиянием техногенеза. А с целью дальнейшего устойчивого развития территории требуется надежное обоснование объектов водопользования, в особенности в условиях ее слабой гидрологической изученности;

2. Ведущая роль среди природных стокоформирующих факторов периода летней межени принадлежит группе климатических и метеорологических, главным образом из них распределению осадков и испаряемости. Кроме того, важное влияние на формирование минимального стока оказывают гидрогеологические условия водосбора.

3. В настоящее время в формировании минимального летнего стока в бассейне р. Тобол велика роль антропогенных факторов, в связи с вовлечением новых территорий в процесс техногенеза при увеличении численности и плотности населения административных районов, входящих в состав исследуемого бассейна.

4. Для целей картографирования статистических параметров минимального летнего стока в бассейне р. Тобол привлечены данные по 15 речным бассейнам и составлена серия карт с применением программного обеспечения ArcGis: «Водосборы бассейна р. Тобол в пределах РФ», «Норма минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах РФ», «Районирование бассейна р. Тобол в пределах РФ по гидрологической значимости ландшафтов», «Минимальный летний сток рек 95%-ной обеспеченности в бассейне Тобола в пределах РФ», «Минимальный летний сток рек 80%-ной обеспеченности в бассейне Тобола в пределах РФ» и «Распределение коэффициента вариации минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах РФ», «Распределение отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах РФ»;

5. Анализ карт нормы минимального летнего стока, а также минимального летнего стока 80 и 95-ной % обеспеченности показал, что большое влияние на распространение оказывает меридионально вытянутый Уральский горный массив на западной границе водосбора, где изолинии стока имеют направленность с севера на юг, отражая его зависимость от высоты. Лишь в юго-восточных частях бассейна Тобола в пределах России

распространение изолиний сменяется на широтное. Норма минимального летнего стока в горной области Урала варьирует от 0,468 до 0,2 мм, на юге Западно-Сибирской равнины уменьшается до 0,05 мм, а на юго-востоке бассейна вновь возрастает до 0,1 мм.

6. Анализ изменчивости минимального летнего стока показал, что он увеличивается от центральных районов территории исследования, варьируя от 0,1 до 0,4, достигая максимальных значений в бассейне реки Пелым (1,1) в силу распространения ландшафтных комплексов с отложениями карстующих пород.

7. На основании полученных для бассейна реки Тобол картографических материалов составлены характеристики гидрологической значимости и чувствительности в период летней межени в зависимости от характера и степени влияния ландшафтных компонентов, как стокорегулирующих и стокоформирующих факторов. Северные территории водосбора Тобола в пределах России, по причинам высокой зарегулированности меженного летнего стока озерами и болотами и испытывающих меньшую антропогенную нагрузку, имеют высокие показатели значимости и низкие показатели чувствительности, что положительно сказывается на значениях речного стока летнего периода. В южной части бассейна реки Тобол в пределах РФ складывается обратная наиболее неблагоприятная ситуация.

8. Разработанная в рамках магистерской работы карта «Направления хозяйственного освоения и перспективы развития», а также ее краткий анализ имеют практическую значимость и новизну. Полученные материалы могут быть реализованы через планирование мероприятий, охватывающих сельскохозяйственный и промышленный аспекты водопользования бассейна реки Тобол в период летней межени, когда сток водных артерий особенно уязвим, и выступает лимитирующим фактором.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. СНиП 2.01. 14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик.

Учебная и специальная литература

2. Абалаков А.Д. Экологический риск: анализ, оценка, прогноз. А.Д. Абалаков [Тезисы] // Мат-лы Всерос. конф. Иркутск, 1998.
3. Алекин О.А. Общая гидрохимия / О.А.Алекин [Учебное пособие]. Л., 1948.-207с.
4. Андреев, В.Г. Методические указания по расчетам внутригодового распределения речного стока при строительном проектировании.- Л.: Гидрометеиздат, 1970.- 77 с.
5. Антипов А.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории в условиях Сибири. – Москва, 2003.
6. Антипов А.Н., Корытный Л.М. Географические аспекты гидрологических исследований (на примере речных систем Южно-Минусинской котловины). - Новосибирск: Наука,1981.
7. Антипов А.Н., Корытный Л.М. Ландшафтно-гидрологический анализ территории, 1992.- 208с.
8. Антипов А.Н., Марунич С.В., Федоров С.Ф. Гидрологическая роль лесных геосистем.- Новосибирск: Наука, 1989. — 167 с.
9. Антипов А.Н., Федоров В.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории.- Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000.-254 с.
10. Аполлонов Б.А. Учение о реках - Изд-во Московского университета, 1963 – 424с.
11. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте- М. Мысль 1976.- 288с.
12. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. Л.:Гидрометеиздат, 1990.- 367 с.
13. Владимиров А.М. Охрана окружающей среды / А.М.Владимиров, Ю.И.Ляхин, Л.Т.Матвеев, В.Г.Орлов [Монография]. Л., 1991.- 424с.
14. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. — 293 с.
15. Водный баланс СССР и его преобразование.- М.:Наука, 1969.-338с.
16. Водогрецкий В.Е. Антропогенное изменение стока малых рек / В.Е. Водогрецкий. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 176 с.
17. Волчек А.А., Грядунова О.И. Минимальный сток рек Беларуси. – Брест: БрГУ, 2010. – 169 с.
18. Вопросы географии 2012 Сборник 133. Географо-гидрологические исследования М.: Кодекс. — 496 с.
19. Вопросы географии 1976 Сборник 102. Ландшафт и воды М.: Мысль, 1976. — 210 с.
20. Вопросы географии, 1951 Сборник 26. Гидрология М.: ГЕОГРАФИЗ. — 334 с.
21. Воронков П.П. Гидрохимия местного стока Европейской территории СССР / П.П.Воронков [Монография]. Л., 1970.
22. Высоцкий Г.Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов / Г.Н.Высоцкий [Монография] М.; Л., 1952.

23. Гелета И.Ф. Гидрологические аспекты устойчивости болот / И.Ф.Гелета [Статья] // Гидрологические исследования ландшафтов: Сб. науч. тр. / Под ред. Г.В.Бачурина, Л.М.Корытного. Новосибирск, 1986. С. 53—63.
24. Гидрогеология СССР. Том 14 Урал. М.: Недра, 1972
25. Гидрологическая изученность. Том 11. Средний Урал и Приуралье. Выпуск 2. Tobol. М.: Гидрометеиздат, 1968 г.- 452 с.
26. Гидрологические исследования ландшафтов. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1986.
27. Гидрологический ежегодник 1936-1937 гг. том 6: Бассейн Карского моря (Западная часть).- Л.: Гидрометеиздат, 1949 г.-379 с.
28. Гидрологический ежегодник 1945 гг. том 6: Бассейн Карского моря (Западная часть).- Л.: Гидрометеиздат, 1950 г.- 415с.
29. Глушков В.Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований: Географо-гидрологический метод / В.Г.Глушков [Статья]. М., 1961.
30. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты.- Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 433 с.
31. Дроздов А.В. Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии.- М: Т-во научн. изданий КМК, 2006. — 239 с.
32. Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах.- Л.:Гидрометеиздат, 1975. -280с.
33. Иванов К. Е. Гидрология болот.- Ленинград: Гидрометеиздат, 1953. — 96 с.
34. Земцов А.А. Перемещения русла р.Оби и их прогноз / А.А.Земцов, Д.А.Бураков [Статья] // Природа и экономика севера Томской области. Томск, 1977.
35. Калинин В.М., Ларин С.И., Романова И.М.. Малые реки в условиях антропогенного воздействия (на примере Восточного Зауралья).- Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 1998.- 220 с.
36. Капотов А.А., Кравченко В.В., Федоров В.Н. Ландшафтно-гидрологический анализ территории.- Новосибирск: Наука. Сиб, отд-ние, 1992.- 208 с.
37. Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчета речного стока. – Пермь: Изд-во Пермского университета, 2002. – 163 с.
38. Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1986.-118 с.
39. Кузник И.А., Луконин Е.И., Плипенко В.Я. Гидрология и гидрометрия.- Л.:Гидрометеиздат,1974 – 280с.
40. Кузин П.С. Принципы классификации рек по водному режиму и гидрологическое районирование СССР на основе закона географической зональности [Статья] / П.С.Кузин // Труды 3 ВГС. Л., 1959. Т. 3.
41. Кузьмин С.Б. Экологический риск: анализ, оценка, прогноз / С.Б.Кузьмин [Тезисы]: МатлыВсерос. конф. Иркутск, 1998.
42. Лезин В.А. Реки юга Тюменской области. Тюмень,1999. – 196 с.
43. Львович М.И. Человек и воды // Преобразование водного баланса и речного стока / М.И.Львович [Монография]. М., 1963.
44. Марусенко Я.И. Вопросы районирования территории СССР по современным русловым процессам / Я.И.Марусенко [Статья] // Труды ТГУ. Томск, 1957. Т. 147.
45. Мезенцев В.С. Атлас увлажнения и теплообеспеченности Западно-Сибирской равнины / В.С. Мезенцев. – Омск: Изд-во ОмСХИ, 1961.

46. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса / А.А.Молчанов [Монография]. М., 1960.
47. Молчанов А.А. Гидрологические исследования в лесу. Сборник статей. — М.: Изд-во "Наука", 1970. — 156 с.
48. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду.- М.: Наука, 1973.- 360с.
49. Оценка трансграничных рек, озер и подземных вод, часть 4- 2014г.
50. Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов.2-е изд. — Пушкино: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2013. — 208 с.
51. Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса / В.В.Протопопов [Монография]. Новосибирск, 1975.
52. Рахманов В.В. Водорегулирующая роль лесов / В.В.Рахманов [Тезисы] // Тр. Гидрометцентра СССР. 1975. Вып. 153.
53. Рахманов В.В. Гидроклиматическая роль лесов.- М.: Лесная пром-сть, 1984.-241с.
54. Рахманов В.В. Лесная гидрология // Лесоведение и лесоводство / В.В.Рахманов [Учеб. пособие]. М., 1981. Т. 3.
55. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 11 Средний Урал и Приуралье. Л.: Гидрометеоздат, 1973
56. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А.Роде [Монография]. Л., 1965. Т. 1.
57. Рянский Ф.Н. Фрактальная теория пространственно-временных размерностей: естественные предпосылки и общественные последствия / Ф.Н.Рянский [Монография]. Биробиджан, 1992
58. Савельева Т.С. Структура речных водосборов в болотных ландшафтах / Т.С.Савельева [Монография]. Л., 1991.
59. Семенов-Тянь-Шанский М.Д. Опыт гидрологического районирования азиатской части СССР на основе климатических зон / М.Д.Семенов-Тянь-Шанский [Статья]. М.; Л., 1933.
60. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах.- Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. — 320с.
61. Субботин А.И. Структура половодья и территориальные прогнозы весеннего стока рек в Нечерноземной зоне Европейской территории СССР / А.И.Субботин [Монография]. Л., 1978.
62. Ткачев Б.П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы / Б.П.Ткачев, В.И.Булатов [Аналитический обзор] // ГПНТБ СО РАН. Сер. «Экология». Вып. 64. Новосибирск, 2002.
63. Троицкий В.А. Гидрологическое районирование СССР / В.А.Троицкий [Монография]. М.; Л., 1948.
64. Федоров В.Н. Оценка гидрологических функций ландшафтов на основе индикационных многопараметрических модулей водосбора/ Ландшафтно-гидрологический анализ территории. – Новосибирск: Наука, 1992.
65. Ханбеков И.И., Недведцкий Н.А., Власюк В.Н., Ханбеков Р.И. Влияние леса на окружающую среду М.: Лесная промышленность, 1980. — 136 с
66. Хортон А.И. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. М., ИЛ., 1948. 159 с.
67. Христофоров А.В. Надежность расчетов речного стока / А.В.Христофоров [Монография]. М., 1993.

68. Чеботарев А.И., Гидрологический словарь- Л.:Гидрометеиздат,1978 – 308с.
69. Шамов Г.И.Речные наносы - Л.: «Гидрометеиздат», 1954

Картографические материалы

70. Атлас СССР.- М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1983. – 260 с
71. Атлас Тюменской области.- Москва-Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1971. — 198 с.

Интернет-ресурсы

72. <https://www.gismeteo.ru/>
72. <https://ru.wikipedia.org/>
74. <http://desktop.arcgis.com/ru/>
75. <http://www.wv24ru>, Россия
76. <http://desktop.arcgis.com/ru/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

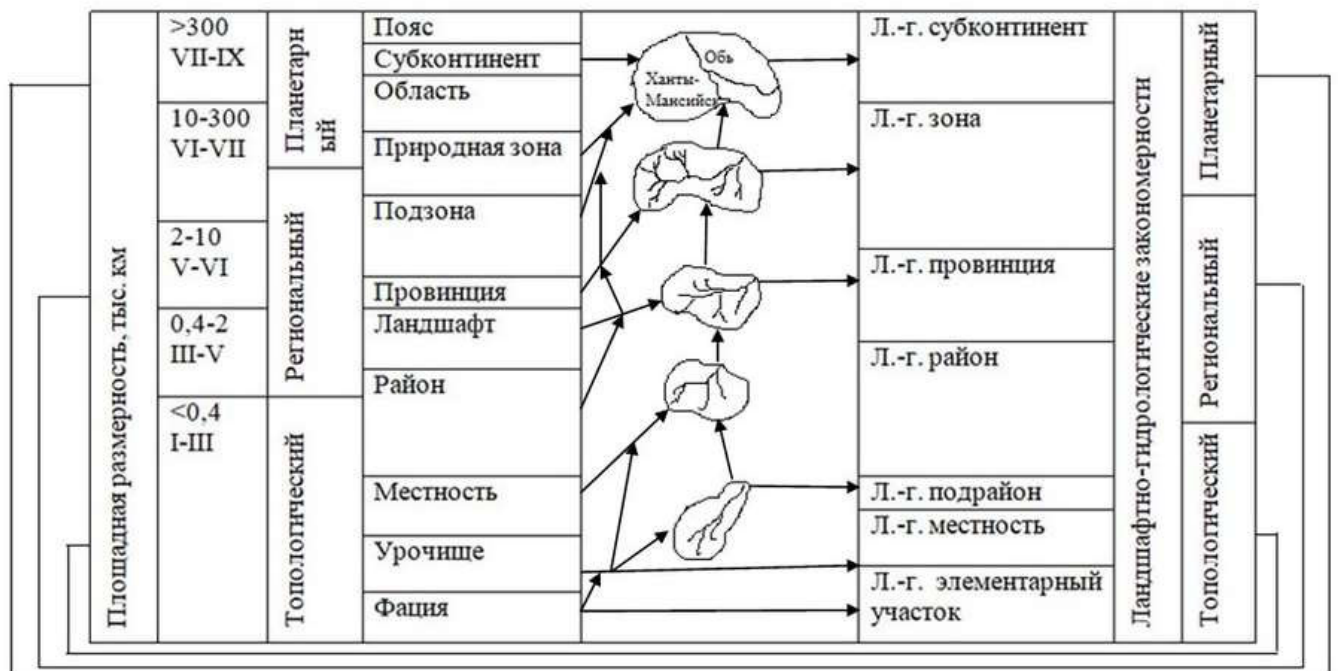


Рисунок 1- Пространственная иерархия природных систем разного типа [7].

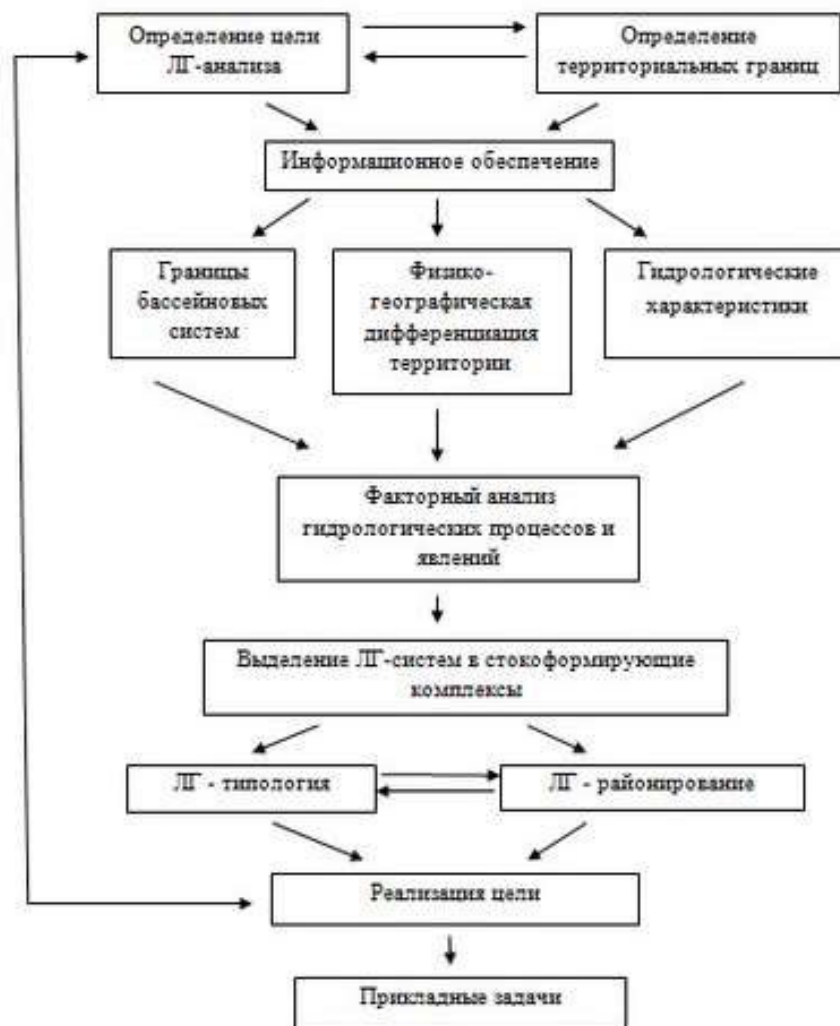


Рисунок 2- Схема ландшафтно-гидрологического анализа территории [7].

Таблица 1- Классификация природных факторов формирования речного стока [37].

Группы факторов	Основные факторы	Характер влияния
Климатические	Средние многолетние величины атмосферных осадков, испарения, температуры воздуха	Определяют норму различных характеристик стока и тип водного режима реки
Метеорологические	Осадки, испарение и температура воздуха за конкретные годы и более короткие интервалы времени	Определяют многолетнюю изменчивость характеристик стока и водность режима рек
Факторы речного бассейна	Размер и форма бассейна, рельеф, растительность, водные объекты, почвогрунты.	Осуществляют естественное регулирование стока, могут обуславливать отклонение характеристик стока, а также его режима, от зональных значений

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



Рисунок 1 - Схема распространения закарстованных пород в бассейне реки Тобол [55].

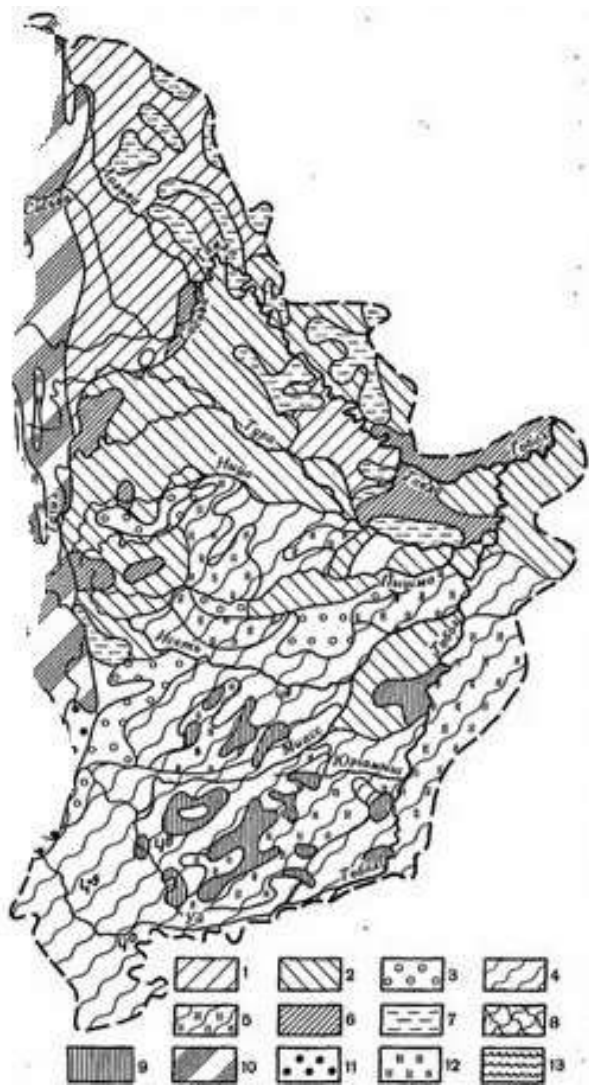


Рисунок 2 - Схематичная карта почвенного покрова в бассейне реки Тобол [55].

- 1- Подзолистые и глеево- подзолистые почвы
- 2- Дерново- подзолистые
- 3- Серые лесные
- 4- Черноземы выщелоченные, обыкновенные
- 5- Лугово- черноземные
- 6- Подзолисто-болотные
- 7- Торфяно-болотные
- 8- Черноземы карбонатные
- 9- Солонцы
- 10- Горно-таежные подзолистые
- 11- Горно-лесные, серые
- 12- Горно- луговые
- 13- Горные черноземы



Рисунок 3 - Схематичная карта растительности в бассейне реки Тобол [55].

- 1- Средне- и южнотаежные еловые и елово-кедрово-пихтовые леса
- 2- Горно-таежные темнохвойные леса
- 3- Средне- и южнотаежные сосновые, лиственнично-сосновые и травяные сосновые леса
- 4- Широколиственно- еловые леса
- 5- Березовые и сосновые леса
- 6- Дубово- липовые и липовые леса
- 7- Сфагновые, местами облесенные болота лесной зоны
- 8- Сельскохозяйственные земли на месте лесов
- 9- Сельскохозяйственные земли на месте лесостепи
- 10- Разнотравно-злаковые степи и сельскохозяйственные земли на их месте
- 11- Высокогорные луга
- 12- Горные тундры

Таблица 1 - Количество озер и площадь их зеркала в бассейне реки Тобол [55].

Градации по площади зеркала, кв. км	Количество озер	Площадь зеркала, кв. км	Количество озер, %	Площадь зеркала, %
Менее 1	11420	1328	92,7	22,8
1-10	802	2339	6,5	40,2
11-50	101	1821	0,8	31,3
51-100	5	318	0	5,7
Всего	12328	5806	100	100

Таблица 2 - Количество прудов и водохранилищ, площади их зеркала в бассейне реки Тобол [55].

Градации по площади зеркала, кв. км	Количество	Площадь зеркала, кв. км	Количество, %	Площадь зеркала, %
Менее 1	340	52	89,0	13,8
1-10	35	106	9,1	28,1
11-50	6	136	1,6	35,9
51-100	1	84	0,3	22,2
Всего	382	378	100	100

Таблица 3 - Заболоченность бассейнов отдельных рек в пределах бассейна реки Тобол [55].

Река- пункт	Заболоченность бассейна, %
Увелька – устье	2
Исеть- г. Шадринск	8
Сысерть- устье	16
Миасс- устье	6
Тура- г. Туринск	27
Вья- устье	55
Салда- устье	36
Юрья- устье	51
Тагил- устье	18
Мугай- устье	30
Ница- устье	13
Нейва- устье	12
Реж- устье	15
Пышма- устье	12
Иска- устье	46
Лозьва- устье	16
Сосьва- устье	14
Сотрика- устье	31
Ляля- устье	4
Большой Пелым- устье	29
Таборинка- устье	34



Рисунок 4 - Подземный сток в реки в бассейне реки Тобол, л/сек³ [55].

Таблица 4 - Список стационарных водохранилищ на территории бассейна реки Тобол по данным Нижне-Обского водохозяйственного управления (без регулируемых озер и стариц) [55].

Район	Реки, населенный пункт, хозяйство	Назначение, год сооружения	Полная емкость, тыс. м ³	Площадь зеркала при НПУ, га
Вагайский	р.Черная с-з Чернаковский	Орошение, рыбоводство	350	30
Заводоуковский	р.Ук д. Старая Заимка	Орошение, рыбоводство	3861	140
	р.Пошиловка с. Колесниково	Орошение	286	7,1
	р.Гришина с. Сосновка	Орошение 1977	49	4,2
Исетский	р.Бешкиль с-з Коммунар	Орошение 1979	430	47
Тюменский	р.Цынга д.Онохино	Птицеводство 1974	600	57
	р.Ямалчелка с.Бол.Окияры	Водоснабжение 1977	459	14
	р.Бордянка д. Черная Речка	Рыбоводство 1970	829	35
	р.Кармак д.Зырянка	Орошение 1982	685	28
	р.Ушаковка с.Ушаково	Орошение 1982	596	16
	р.Боборынка с-з Плодовый	Орошение 1982	550	17
	р.Карга д.Княжево	Орошение	322	22
	р.Пановка д.Кулаково	Орошение 1988	700	20,3
	р.Таловка	Орошение	676	54

	с.Перевалово	1979		
	р.Кармак д. Малиновка	Орошение 1989	1180	60
Упоровский	р.Курчичай с.Пятково	Орошение 1987	985	37,3
Ярковский	р.Усалка д.Усалка	Орошение 1985	687	46

Таблица 5 - Водопотребление тепловыми электростанциями в бассейне реки Тобол [55].

№	Название станции	Год постройки	Источник водоснабжения	Безвозвратное водопотребление	
				Лето	Год
1	Средне-Уральская	1934	Водохранилище Исетское	2,000	2,665
2	Красногорская ТЭЦ	1939	р. Исеть	6,832	11,932
3	Нижне-Туринская ГРС	1952	р. Тура	5,775	8,587
4	Верхне-Тагильская ГРЭС	1956	р. Тагил	8,48	12,77
5	Серовская ГРЭС	1954	р. Сосьва	5,146	7,223
6	Боогословская ТЭЦ	1944	р. Турья	5,163	8,878
7	Егорщинская ГРЭС	1928	р. Бобровка	0,667	0,954
8	Челябинская ТЭЦ-1	-	р. Миасс	3,11	4,85
9	Челябинская ГРЭС	1960	р. Миасс	2,83	4,58
10	Южно-Уральская	1952	р. Увелька	8,038	11,687

	ГРЭС				
11	Троицкая ГРЭС	1960	р. Уй	3,782	6,015
12	Аргаяшская ТЭЦ	1953	оз. Улагач	4,446	7,597
13	Курганская ТЭЦ	1956	оз. Черное	4,089	7,558

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1 - Статистические параметры летнего стока рек бассейна Тобола за период с 1927 по 1960 и с 1960 по 2001 годы.

№	Река-пункт	Норма стока Q, м ³ /с	Cv	Ошибка Cv	Cs	1927-1960		1960-2001		Q _{80%} , м ³ /с	Q _{95%} , м ³ /с
						Норма стока Q, м ³ /с	Cv	Ошибка Cv	Cs		
1	Уй- с.Степное	1,26	0,82	15,71	2,23	1,94	0,57	14,6	1,09	(0,72)	(0,57)
2	Уй- г.Троицк	3,31	0,72	14,94	1,67	3,68	0,59	14,9	1,64	(1,59)	(1,24)
3	Увелька-с.Красносельское	1,16	0,32	12,73	1,53	1,31	0,36	13,3	-0,39	0,85	0,74
4	Юргамыш-с.Шмаково	0,19	0,57	13,98	1,20	0,22	0,59	14,8	1,59	0,10	0,08
5	Емуртла-с.Емуртла	0,77	0,22	12,42	1,24	0,83	0,32	12,9	1,44	0,62	0,58
6	Ук-г.Заводоуковск	0,40	0,52	13,65	1,42	0,49	0,41	13,5	-0,32	0,27	0,20
7	Миасс-с.Сосновское	4,79	0,52	13,68	0,16	5,72	0,25	12,8	0,26	(3,52)	(2,67)
8	Миасс-птг. Каргаполье	7,62	0,48	13,48	1,22	9,78	0,31	13,0	1,18	5,68	4,28

9	Теча- с.Першинское	2,56	1,03	17,44	2,01	2,58	0,80	16,9	3,29	0,9	0,80
10	Синара- с. Верхнеключевское	1,69	0,64	14,42	1,51	2,18	0,46	13,9	1,50	1,02	0,77
11	Исеть- г. Каменск- Уральский	3,45	0,64	14,37	0,92	4,08	0,57	14,6	1,52	1,85	1,41
12	Исеть- г. Катайск	10,77	0,49	13,49	1,12	13,8	0,61	14,8	1,65	6,3	4,65
13	Исеть- с. Мехонское	22,53	0,54	13,81	1,51	28,1	0,36	13,3	1,43	(15,4)	(11,4)
14	Исеть- с.Исетское	27,08	0,52	13,65	1,33	34,3	0,68	15,5	1,03	14,5	11,0
15	Ирюм- с.Бобылево	0,08	0,46	13,35	1,17	0,10	0,79	16,7	1,83	0,04	0,03
16	Тап- д.Кучеметьевка	0,96	0,61	14,22	1,01	1,21	0,39	13,4	-0,09	0,63	0,46
17	Пышма- д. Зотина	3,39	0,53	13,70	1,71	6,83	0,69	15,6	2,76	2,11	1,69
18	Пышма- с. Богандинское	5,62	0,66	14,55	1,76	11,5	0,53	14,2	0,93	12,5	2,91
19	Реж- с. Ключи	3,71	0,53	13,71	1,17	4,56	0,40	13,5	0,19	2,48	1,85
20	Нейва- с. Черемшанка	1,25	0,44	13,23	0,75	1,96	0,74	16,1	1,64	0,68	0,55
21	Ница- г.Ирбит	11,70	0,61	14,21	1,42	14,8	0,39	13,4	0,14	7,80	5,61
22	Тагил- д. Мальгина	6,56	0,42	13,13	1,27	8,15	0,33	13,1	1,80	5,02	3,82

23	Тура- Г. Верхотурье	7,39	0,43	13,20	0,85	7,81	0,50	14,1	1,52	4,49	3,09
24	Тура- г. Туринск	30,53	0,72	14,94	1,53	42,7	0,61	14,9	2,05	16,6	13,0
25	Тура- г. Тюмень	56,15	0,64	14,38	1,24	68,8	0,68	13,0	1,52	28,0	21,9
26	Иска- с. Велижаны	0,21	0,62	14,30	1,10	0,26	1,05	19,5	3,58	(0,08)	(0,07)
27	Лобва – р.п. Лобва	3,99	0,58	13,99	1,16	3,97	0,41	13,5	0,10	2,34	1,70
28	Сосьва-д. Новая Пристань	26,63	0,45	13,29	1,24	31,2	0,33	13,0	1,44	19,6	14,1
29	Сосьва-пгт. Сосьва	36,61	0,40	13,06	0,59	60,3	0,53	14,3	1,81	25,4	18,9
30	Ивдель- г. Ивдель	8,81	0,24	12,47	0,59	12,2	0,36	13,2	2,00	(7,18)	(5,44)
31	Лозьва- Бурмантово	21,86	0,26	12,54	1,55	22,9	0,31	13,4	0,43	(15,5)	(12,0)
32	Лозьва- с. Першино	22,65	0,23	12,43	0,59	31,0	0,39	13,4	1,90	17,9	13,6
33	Большой Пелым- пос. ПЕЛЫМ	5,12	0,30	12,67	2,43	9,91	1,10	19,1	4,20	2,63	2,63

Таблица 2 - Преобразованные статистические параметры минимального летнего стока в бассейне реки Тобол.

№	Река-пункт	Норма стока h, мм	Y _{80%} , мм	Y _{95%} , мм	Соотношение Cs /Cv
1	Уй- с.Степное	0,047	0,01	0,01	Cs=2Cv
2	Уй- г.Троицк	0,023	0,01	0,007	Cs=3
3	Увелька- с.Красносельское	0,031	0,02	0,02	Cs=-1Cv
4	Юргамыш- с.Шмаково	0,07	0,003	0,002	Cs=2,5Cv
5	Емуртла- с.Емуртла	0,022	0,01	0,01	Cs=4,5Cv
6	Ук- г.Заводоуковск	0,046	0,02	0,02	Cs=-1Cv
7	Миасс- с.Сосновское	0,093	0,05	0,04	Cs=1Cv
8	Миасс-птг. Каргаполье	0,039	0,02	0,02	Cs=4Cv
9	Теча- с.Першинское	0,031	0,01	0,009	Cs=4Cv
10	Синара- с. Верхнеключевское	0,038	0,01	0,01	Cs=3,5Cv
11	Исеть- г. Каменск- Уральский	0,065	0,02	0,02	Cs=2,5Cv
12	Исеть- г. Катайск	0,093	0,04	0,03	Cs=3Cv
13	Исеть- с. Мехонское	0,046	0,02	0,018	Cs=4Cv
14	Исеть- с.Исетское	0,053	0,02	0,02	Cs=1,5Cv
15	Ирюм- с.Бобылево	0,011	0,004	0,003	Cs=2,5Cv
16	Тап- д.Кучеметьевка	0,049	0,02	0,02	Cs=-0,5Cv
17	Пышма- д. Зотина	0,054	0,01	0,01	Cs=4Cv
18	Пышма- с. Богандинское	0,053	0,05	0,01	Cs=2Cv
19	Реж- с. Ключи	0,090	0,04	0,03	Cs=0,5Cv
20	Нейва- с. Черемшанка	0,091	0,03	0,02	Cs=2Cv
21	Ница- г.Ирбит	0,074	0,03	0,03	Cs=0,5Cv
22	Тагил- д. Малыгина	0,181	0,1	0,08	Cs=5,5Cv
23	Тура- Г. Верхотурье	0,128	0,07	0,05	Cs=3Cv

24	Тура- г. Туринск	0,127	0,05	0,04	Cs=3,5Cv
25	Тура- г. Тюмень	0,102	0,04	0,03	Cs=2Cv
26	Иска- с. Велижаны	0,025	0,007	0,006	Cs=3,5Cv
27	Лобва – р.п. Лобва	0,117	0,06	0,05	Cs=0,5Cv
28	Сосьва-д. Новая Пристань	0,257	0,01	0,1	Cs=4,5Cv
29	Сосьва-пгт. Сосьва	0,237	0,1	0,07	Cs=3,5Cv
30	Ивдель- г. Ивдель	0,468	0,3	0,2	Cs=5,5Cv
31	Лозьва-Бурмантово	0,438	0,3	0,2	Cs=1,5Cv
32	Лозьва- с. Першино	0,410	0,2	0,2	Cs=5Cv
33	Большой Пелым- пос. ПЕЛЫМ	0,177	0,04	0,04	Cs=4Cv

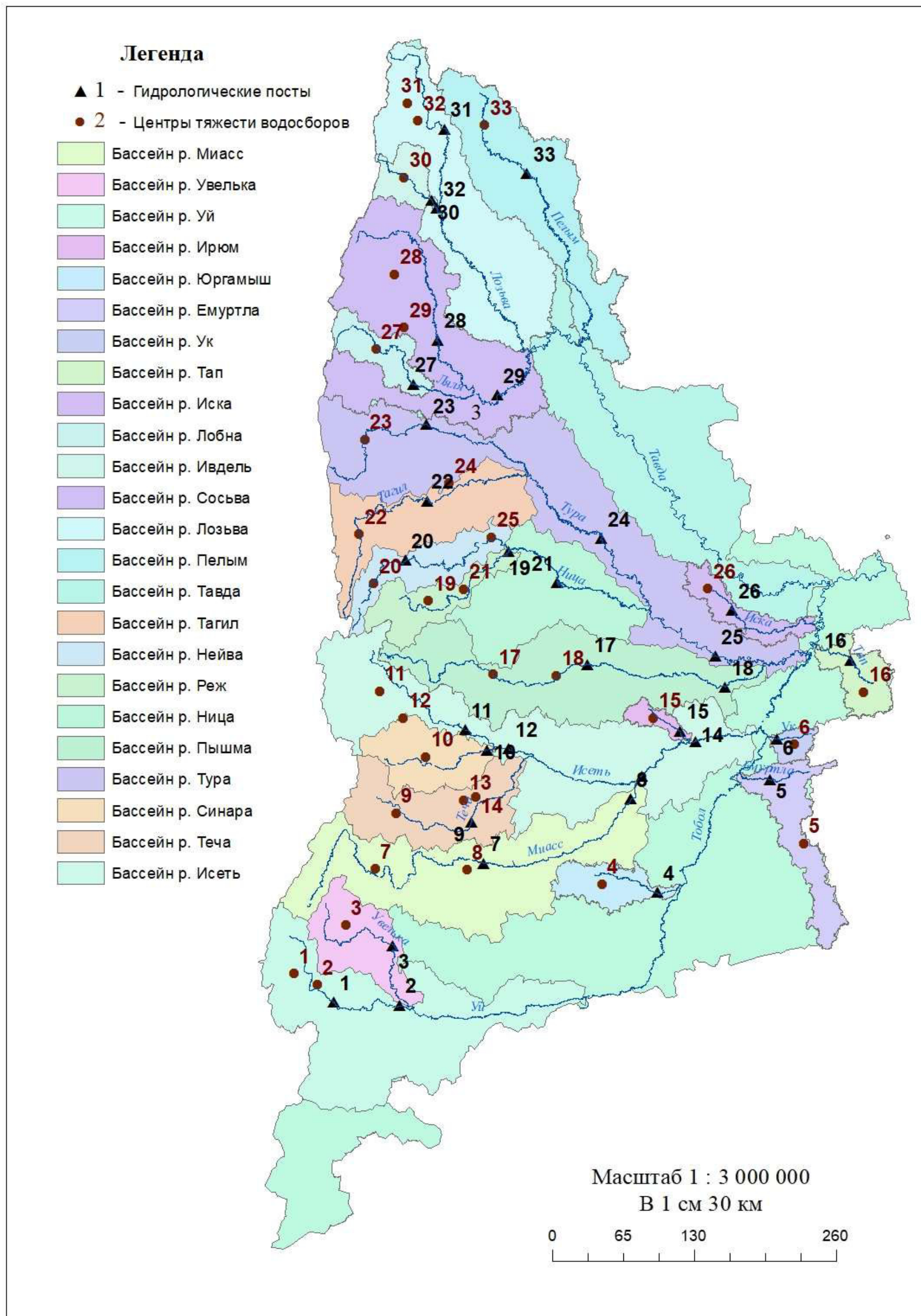


Рисунок 1- Водосборы бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации.

Таблица 1. Характеристика гидрологических пунктов наблюдений бассейна реки Тобол.

№	Река- пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Дата открытия	Дата закрытия
1	Уй- с. Степное	325	3600	28.09.1927	действ
2	Уй- г. Троицк	213	13600	23.06.1941	31.07.1960
3	Увелька–с. Красносельское	100	3620	05.10.1955	действ
4	Юргамыш- с. Шмаково	39	2870	14.08.1949	20.11.1964
5	Емуртла – с. Емуртла	52	3250	19.06.1962	действ
6	Ук – г. Заводоуковск	13	917	29.10.1965 (повторно)	действ
7	Миасс – с. Сосновское	371	5290	31.05.1938 (повторно)	17.04.1966
8	Миасс – пгт. Каргаполье	24	21400	23.06.1931	действ
9	Теча- с. Першинское	27	7120	07.06.1932	31.12.1980
10	Синара – с. Верхнеключевское	10	5000	14.08.1932	действ
11	Исеть- г. Каменск-Уральский	431	5420	17.10.1933	31.01.1957
12	Исеть- г. Катайск	386	12800	01.07.1957	действ
13	Исеть – с. Мехонское	204	52300	15.10.1912	действ
14	Исеть – с. Исетское	105	56000	29.06.1932 (повторно)	действ
	Ирюм – с. Бобылево	23	778	11.06.1958	действ

15					
16	Тап – д. Кучеметьевка	94	2150	24.09.1954	16.06.1968
17	Пышма – д. Зотина	305	11000	24.06.1932	15.04.1999
18	Пышма – с. Богандинское	83	18600	23.01.1895	действ
19	Реж – с. Ключи	2	4400	27.06.1932	действ
20	Нейва – с. Черемшанка	172	1860	09.11.1939	действ
21	Ница – г. Ирбит	165	17300	15.11.1891	действ
22	Тагил – д. Малыгина	151	3900	14.04.1930	01.04.1988
23	Тура – г. Верхотурье	817	5290	23.03.1894	01.01.1990
24	Тура – г. Туринск	442	29000	12.11.1891	действ
25	Тура – г. Тюмень	184	58500	13.01.1896	действ
26	Иска- с. Велижаны	162	895	19.09.1956	действ
27	Лобна – р.п. Лобна	29	2940	08.04.1961 (повторно)	действ
28	Сосьва –д. Новая Пристань	326	10500	17.04.1931	01.07.1977
29	Сосьва - пгт. Сосьва	144	22000	14.09.1921	15.02.1941
30	Ивдель – г. Ивдель	17	2250	19.09.1934	действ
31	Лозьва - Бурмантово	471	4520	12.09.1946	01.09.1979
	Лозьва – с. Першино	336	6530	28.08.1932	действ

32					
33	Большой Пелым – пос. Пелым	412	4840	05.09.1964	действ

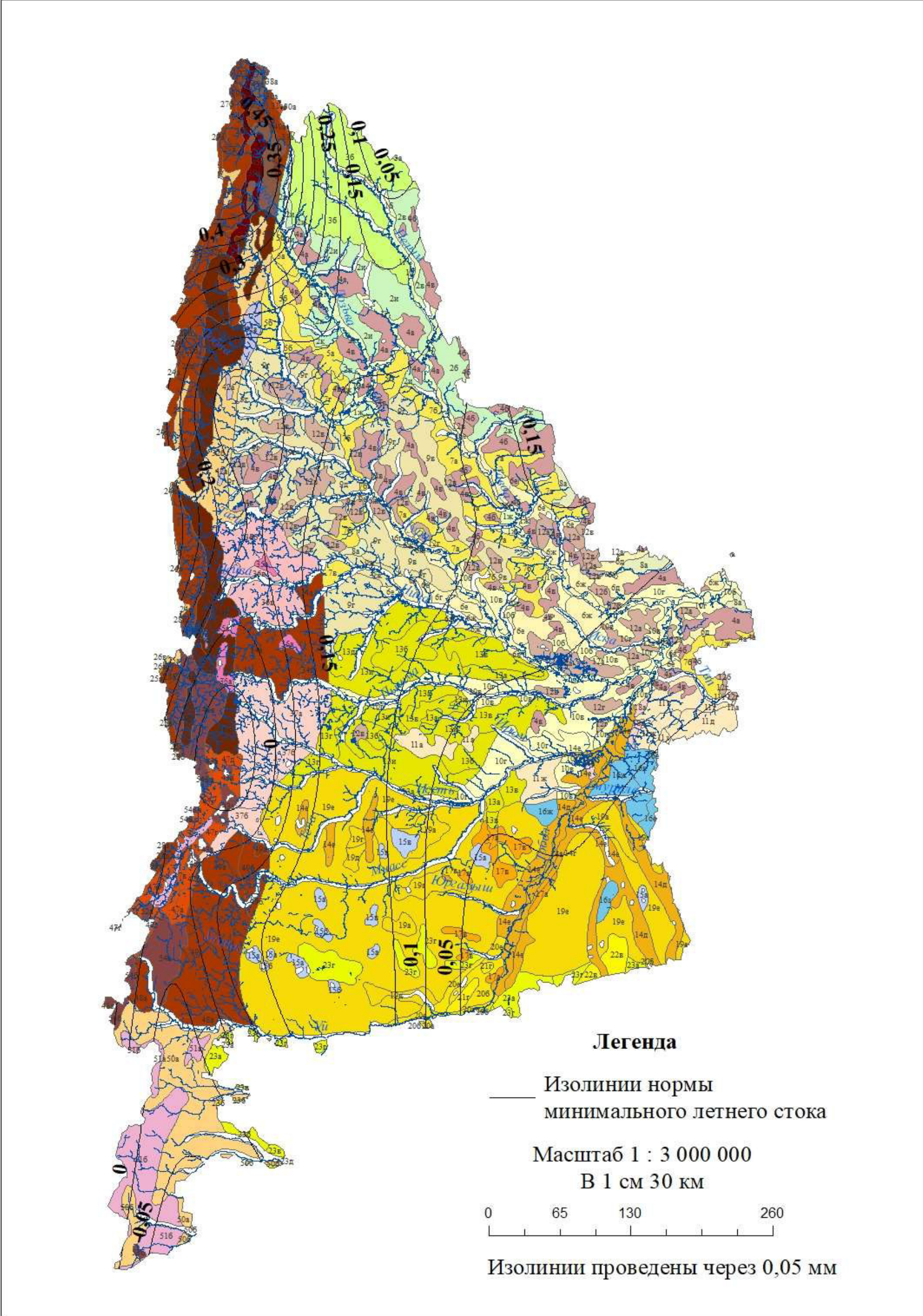


Рисунок 2 – Норма минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах Российской Федерации.

Рисунок 3 - Легенда к рисункам 2,4,5,6.

- 1- *1г* – Поймы крупных рек, плоские, заболоченные, с останцами первой надпойменной террасы, с сосново-кедрово-еловыми кустарничково-зеленомошными лесами и участками разнотравно-злаковых лугов.
1д – Низкие надпойменные террасы плоские, местами бугристо-западинные, заболоченные, с кедровыми, кедрово-сосновыми и кедрово-еловыми кустарничково-зеленомошными и лишайниковыми лесами.
1ж – Низкие надпойменные террасы, плоские, местами с гривами, с сосновыми лишайниковыми и елово-кедровыми кустарничково-зеленомошными лесами по гривам и суходолам, с обширными массивами грядово-мочажинных верховых болот.
- 2- *2б* – Равнины пологоволнистые, волнистые, плоские, с остаточными озерами, по понижениям заболочены, с сосновыми лишайниковыми и кустарничково-зеленомошными лесами.
2в – Равнины плоские, местами с озерами, заболоченные, с темнохвойными, кедровыми, кедрово-сосновыми зеленомошными лесами, елово-кедровыми кустарничково-зеленомошными лесами.
2и – Равнины плоские и пологоволнистые, с березово-сосновыми долгомошно-сфагновыми и кустарничково-зеленомошными лесами.
2к – Равнины пологоувалистые и плоские, заболоченные, с сосново-березовыми, реже кедрово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами.
- 3- *3а*- Равнины пологоувалистые, среднечетвертичные, с лиственнично-сосновыми кустарничково-зеленомошными и кустарничково-лишайниковыми лесами, местами в сочетании с сосново-кустарничково-сфагновыми болотами, березово-сосновыми лесами;
3б- Равнины пологоувалистые, среднечетвертичные, по понижениям заболоченные, с сосновыми лишайниково-зеленомошными лесами.
- 4- *4а*- Болота верховые грядово-озерково-мочажинные с заростающими озерами и староречьями, сфагновые, осоково-сфагновые и кустарничково-сфагновые, с сосной на грядах;
4б- Болота верховые грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые, кустарничково-сфагновые с сосной и кедром на грядах, сфагновые и сфагново-осоковые в мочажинах;
4в- Болота верховые, плоско-выпуклые, сосново-кустарничковые, сфагново-кустарничково-сосновые и сфагново-кустарничково-пушицевые
- 5- *5а*- Равнины плоские и слабоволнистые, местами заболоченные, сложенные терригенными и кремнисто-терригенными породами, с березово-сосновыми и сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами, участками верховых грядово-мочажинных кустарничково-сфагновых болот;
5б-Равнины пологоволнистые, с ложбинами, реже оврагами, сложенные кремнисто-терригенными, реже терригенными породами, с елово-кедровыми и елово-березовыми с пихтой и кедром мелкотравно-зеленомошными лесами.
- 6- *6в*- Поймы крупных рек, плоские, с протоками, старицами, заболоченные по понижениям, с останцами первой надпойменной террасы, с разнотравно-злаковыми лугами, парковыми и кустарниковыми ивняками, участками осиново-березовых с елью и пихтой влажнотравных лесов;
6г- Низкие надпойменные террасы плоские, с кедровыми и кедрово-сосновыми зеленомошными лесами, в сочетании с березовыми с елью, сосной, кедром вейниково-хвощевыми лесами и сосново-сфагновыми болотами;
6д- Низкие надпойменные террасы, плоские, по понижениям заболоченные, с темнохвойно-березовыми и березово-осиновыми с липой, травяными лесами, местами березовыми с кедром хвощево-вейниковыми лесами;
6е- Низкие надпойменные террасы, плоские, с сосновыми, сосново-березовыми местами с липой травяно-кустарничковыми и травяными лесами;
6ж- Низкие надпойменные террасы, плоские, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов и смешанных лесов.
- 7- *7а*- Равнины плоские и плосковолнистые, с елово-пихтовыми, пихтово-еловыми с липой зеленомошно-широкотравными темнохвойно-березовыми, березово-осиновыми и березовыми с липой травяными лесами;
7б- Равнины пологоволнистые, с гривами, с сосновыми, сосново-березовыми местами с липой травяными и травяно-кустарничковыми лесами;
7в- Равнины плоские, местами пологоволнистые, местами с западинами или гривистые, по понижениям заболоченные, с темнохвойно-березовыми мелкотравно-вейниково-осоковыми, темнохвойно-осиновыми и березово-осиновыми травяными лесами, местами с березовыми и осиновыми молодняками с темнохвойным подростом;
7г- Равнины плоские и плосковолнистые, с заболоченными долинами, с кедрово-елово-пихтовыми зеленомошно-мелкотравными и березовыми с пихтой, елью, кедром хвощево-вейниковыми лесами;
7ж- Равнины плоские и слабоволнистые, с балками, оврагами, с сельскохозяйственными землями и участками лесов и лугов.
- 8- *8а*- Болота верховые выпуклые, грядово-мочажинные, сосново-сфагновые и кустарничково-сфагновые по грядам и осоково-сфагновые в мочажинах, со вторичными озерами и низинными грядово-мочажинными осоково-гипновыми топиями.
- 9- *9б*- Равнины пологоувалистые, местами плоские, с ложбинами, балками, оврагами, сложенные терригенными породами, с темнохвойно-березовыми и осиново-березовыми травяными и вейниково-осоковыми лесами;
9в- Равнины пологоволнистые и плоские, с оврагами, балками, по понижениям заболоченные, сложенные терригенными породами, с елово-пихтовыми и пихтово-еловыми с липой зеленомошно-широкотравными, местами темнохвойно-березовыми, березово-осиновыми с липой травяными лесами;
9г- Равнины пологоволнистые, с балками, сложенные кремнисто-терригенными породами, с сосновыми, сосново-березовыми и березово-сосновыми, местами с липой, травяно-кустарничковыми и травяными лесами;
9д- Равнины пологоволнистые, местами плоские, по понижениям заболоченные, сложенные кремнисто-терригенными породами, с темнохвойно-березовыми, березово-осиновыми и березовыми с липой травяными лесами, местами пихтово-еловыми с липой зеленомошно-широкотравными лесами;
9е- Равнины пологоувалистые, волнистые, с ложбинами, балками, оврагами, сложенные терригенными породами, с кедрово-елово-пихтовыми зеленомошно-мелкотравными, темнохвойно-березовыми, темнохвойно-осиновыми и березовыми травяными лесами;
9ж- Равнины пологоволнистые, местами плоские, с балками, оврагами, сложенные терригенными и кремнисто-терригенными породами, с сельскохозяйственными землями.
- 10- *10а*- Поймы крупных рек плоские, расчлененные, с протоками, старицами, с разнотравно-злаковыми лугами, ивово-ольховыми, ивово-мелколиственными лесами, участками низинных осоковых болот и сельскохозяйственных земель;
10б- Низкие надпойменные террасы, пологоволнистые и плоские, с березовыми, осиново-березовыми, местами с липой, злаково-разнотравными и широколиственными лесами и участками разнотравно- и осоково-злаковых лугов;

10в- Низкие надпойменные террасы, пологоволнистые, местами с грядами и гривами, с сосновыми травяно-кустарничковыми и лишайниковыми лесами, с сосново-березовыми разнотравно-вейниковыми широколиственными лесами и сельскохозяйственными землями;

10г- Низкие надпойменные террасы, пологоволнистые и плоские, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов и мелколиственных лесов.

11- 11а- Равнины плоские и пологоволнистые, с березовыми и осиново-березовыми, местами с липой, злаково-разнотравными и широколиственными лесами, в сочетании с осоково-злаковыми лугами, участками низинных осоковых и соково-гипновых болот;

11в- Равнины пологоволнистые и пологоувалистые, местами плоские, с балками и оврагами, с сосновыми лишайниковыми и травяно-кустарничковыми, сосново-березовыми разнотравно-вейниковыми с широколиственными лесами и участками сельскохозяйственных земель;

11г- Равнины пологоволнистые и плоские, местами с балками и оврагами, с сельскохозяйственными землями, участками мелколиственных, сосновых лесов и разнотравно-злаковых лугов;

11д- Равнины пологоувалистые и волнистые, местами с балками и оврагами, с березовыми и осиново-березовыми, местами с липой, злаково-разнотравными лесами в сочетании с осоково-злаковыми лугами;

11ж- Равнины пологоволнистые, местами с балками и оврагами, с сосновыми травяно-кустарничковыми, сосново-березовыми разнотравно-вейниковыми лесами с участками сельскохозяйственных земель;

11з- Равнины пологоволнистые, плоские, местами пологоувалистые, с балками и оврагами, с сельскохозяйственными землями.

12- 12а- Болота низинные грядово-мочажинные, ерничково-осоково-гипновые с березой и сосной по грядам, осоково-гипновые в мочажинах, с периферийным рядом кустарничковых и лесных ассоциаций;

12б- Болота низинные, ровные, кочковатые, осоковые, осоково-гипновые, осоково-сфагновые, местами в сочетании со сфагново-кустарничково-сосновыми «рядами»;

12в- Болота лесные переходные и низинные, березовые, сосново-березовые осоково-сфагновые и вейничково-осоковые;

12г- Болота комплексные, ровные, тростниково-осоковые и тростниковые, в сочетании с сосново-кустарничково-сфагновыми «рядами», по периферии осоково-гипновые и осоково-вейниковые.

13- 13а- Равнины пологоувалистые и волнистые, расчлененные балками и оврагами, сложенные терригенными породами, с сосновыми лишайниковыми лесами;

13б- Равнины пологоволнистые, с балками, оврагами, сложенные терригенными породами, с березовыми, осиново-березовыми, местами с липой, злаково-разнотравными лесами в сочетании с осоково-злаковыми лугами и участками сельскохозяйственных земель;

13в- Равнины пологоволнистые, местами с балками и оврагами, с отдельными озерами, по понижениям слабо заболоченные, сложенные терригенными породами, с сосновыми травяно-кустарничковыми, местами лишайниковыми, сосново-березовыми разнотравными лесами и участками сельскохозяйственных земель;

13г- Равнины пологоволнистые, местами плоские, с балками, оврагами, сложенные терригенными породами, с березовыми, осиново-березовыми злаково-разнотравными лесами, участками осоково-злаковых лугов;

13д- Равнины плоские и пологоволнистые, с оврагами, отдельными озерами, по понижениям заболоченные, сложенные терригенными породами, с сосновыми и сосново-березовыми травяными и травяно-кустарничковыми лесами;

13и- Равнины пологоувалистые, пологоволнистые, с балками, оврагами, сложенные терригенными породами, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов, сосновых и мелколиственных лесов.

14- 14г- Низкие, местами высокие надпойменные террасы, дюнно-грядовые и плоские, местами гривистые, слабонаклонные, с балками, оврагами, с сосновыми и березово-сосновыми остепненными кустарничково-травяными и травяными лесами;

14д- Равнины плоские, местами с западинами и озерами (ложбины стока, террасы), с комплексом галофитно-разнотравно-ковыльных степей, полынно-типчачковых и солянково-полынных группировок и тростниковых займищ;

14е- Низкие и высокие надпойменные террасы, плоские, пологоволнистые, местами пологоувалистые, с балками, оврагами, с сельскохозяйственными землями, участками луговых злаково-разнотравных степей, осинового и березового травяного лесов.

15- 15а- Равнины плоские, с западинами и озерами, с галофитно-разнотравными луговыми степями и остепненными лугами, с бескильницево-полынными и полынно-типчачковыми группировками;

15б- Равнины плоские, с западинами и озерами, местами заболоченные, с галофитно-разнотравными лугами, с бескильницево-полынными и солянковыми группировками;

15в- Равнины плоские, с западинами и озерами, с сельскохозяйственными землями и участками березового травяного лесов.

16- 16е- Равнины плоские, местами заболоченные, с березовыми и осиновыми остепненными разнотравно-злаковыми лугами и сельскохозяйственными землями;

16ж- Равнины пологоволнистые и пологоувалистые, с балками, оврагами, с сосновыми остепненными травяными лесами, в сочетании с сельскохозяйственными землями;

16з- Равнины плоские, местами заболоченные, с галофитно-разнотравными луговыми степями и остепненными лугами, в сочетании с сельскохозяйственными землями;

16к- Равнины плоские и пологоволнистые, с западинами и редкими озерами, в придолинных частях с многочисленными балками, оврагами, с сельскохозяйственными землями и участками березового и осинового травяного лесов.

17- 17а- Равнины дюнно-бугристые и дюнно-грядовые, с сосновыми остепненными лесами, в междюнных понижениях с заболоченными осиново-березовыми лесами и тростниковыми болотами.

17в- Равнины дюнно-бугристые, с сосновыми остепненными кустарничково-травяными лесами.

18- 18а- Болота низинные ровные и кочковатые, тростниковые и вейничково-осоковые, в сочетании с лисохвостными полевицевыми засоленными лугами.

19- 19а- Равнины плоские, с западинами и редкими озерами, сложенные терригенными породами, с разнотравно-злаковыми лугами и сельскохозяйственными землями в сочетании с березовыми и осиновыми остепненными злаково-разнотравными лесами;

19г- Равнины плоские и пологоволнистые, с многочисленными западинами и плоскими бессточными котловинами и озерами, местами заболоченные, сложенные терригенными породами, с разнотравно-злаковыми с галомезофитным разнотравьем остепненными лугами, с полынно-бескильницевыми группировками, в сочетании с сельскохозяйственными землями;

19д- Равнины плоские, с многочисленными западинами и озерами, нередко соленые, сложенные терригенными породами, с галофитно-разнотравными луговыми степями, с бескильницево-полынными и солянковыми группировками, участками березового и осинового колочного лесов;

19е- Равнины плоские, местами слабоволнистые, иногда гривистые, с западинами и озерами, сложенные терригенными породами, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов и березовыми колочными лесами.

20- 20а- Поймы крупных рек, плоские, с гривами, протоками, старицами, прирусловыми валами, с разнотравно-злаковыми лугами, участками тростниковых болот и сельскохозяйственных земель;

20б-Поймы с участками низких террас и низкие террасы, плоские и плосковолнистые, с комплексом галофитно-разнотравно-ковыльных степей и полынно-типчаковых группировок;

20е-Террасы низкие, местами высокие, плоские и плосковолнистые слабонаклонные, с балками, оврагами, с сельскохозяйственными землями и осиново-березовыми травяными колками.

21- 21з-Равнины плоские, с западинами и мелкими озерами, с разнотравно-ковыльными степями и массивами сельскохозяйственных земель.

22- 22в-Равнины древнеэоловые, гривисто-ложбинные, с озерами и западинами, с разнотравно-ковыльными степями и сельскохозяйственными землями и осиново-березовыми колками.

23- 23а-Равнины плоские и плосковолнистые, местами с западинами и озерами, сложенные терригенными породами, с разнотравно-ковыльными степями, массивами сельскохозяйственных земель и осиново-березовыми колками;

23б-Равнины плоские, с озерами, часто солоноватыми, сложенные терригенными породами, с богато-разнотравно-красноковыльными степями и массивами сельскохозяйственных земель, в комплексе с галофитно-разнотравными луговыми степями, с солянковыми группировками и осиново-березовыми колками;

23в-Равнины плоские, плосковолнистые, с многочисленными плоскими котловинами, с пресными и солоноватыми озерами, сложенные терригенными породами, с разнотравно-ковыльными степями и сельскохозяйственными землями, в комплексе с галофитно-разнотравными луговыми степями, с солянковыми и типчаково-попынными группировками;

23г-Равнины плоские и плосковолнистые, с отдельными мелкими пресными и солоноватыми озерами, сложенные терригенными породами, с сельскохозяйственными землями;

23д-Равнины плоские и плосковолнистые, с отдельными озерами, сложенные терригенными породами, с сельскохозяйственными землями.

24- 24а-Равнины волнисто-увалистые, с останцовыми горами, с пихтово-еловыми и березовыми зеленомошными травяно-кустарничковыми и кустарничковыми лесами, с участками лугов, вырубков, сельскохозяйственных земель.

25- 25а-Плато пологоувалистые, волнистые, с останцовыми горами, местами с участками закрытого карста, сложенные метаморфическими, терригенными, карбонатными, терригенно-карбонатными породами, с осиновыми и березовыми травяными лесами, с участками пихтово-еловых и елово-пихтовых травяно-кустарничковых и травяных лесов, сельскохозяйственных земель.

26- 26в-Плато моноклинально-грядовые, с карстовыми формами рельефа, сложенные терригенными и карбонатными породами, с сосновыми и березовыми травяными лесами, участками пихтово-еловых и елово-пихтовых травяных лесов и сельскохозяйственных земель.

27- 27а-Горы низкие с участками средневысотных, массивные, с выположенными водоразделами и куполовидными вершинами, с глыбовыми развалами и останцами выветривания, сложенные метаморфическими, терригенными, терригенно-карбонатными, эффузивными и интрузивными породами, с кедрово-еловыми и еловыми, часто редкостойными лишайниково-моховыми, реже кустарничковыми лесами;

27б- Горы низкие с участками средневысотных, грядовые, с узкими и уплощенными водоразделами, с останцами выветривания и осыпями, сложенные метаморфическими, терригенными, эффузивными и интрузивными породами, с кедрово-еловыми и еловыми, часто редкостойными лишайниково-моховыми, реже кустарничковыми лесами.

28- 28а-Предгорья грядово-увалистые, сложенные метаморфическими, терригенными породами, с пихтово-еловыми и елово-пихтовыми кустарничковыми лесами;

28б- Предгорья грядово-увалистые, сложенные метаморфическими, терригенными породами, с березовыми и осиновыми вторичными зеленомошными, травяно-кустарничковыми и травяными лесами, с участками сосновых и елово-пихтовых лесов;

28в-Горы грядовые, мелкосопочные, сложенные терригенными, эффузивно-осадочными, эффузивными и интрузивными породами, с пихтово-еловыми и елово-пихтовыми кустарничковыми и травяно-кустарничковыми лесами;

28д-Горы низкие, с участками средневысотных, линейно-грядовые, с узкими гребневидными и выпуклыми водоразделами, со скалистыми и куполовидными вершинами, с осыпями, сложенные метаморфическими, терригенными, карбонатными породами, с пихтово-еловыми, елово-пихтовыми и вторичными осиновыми и березовыми травяными лесами, с участками лугов на водоразделах.

29- 29а-Водораздельные части гор узкие, гребневидные, со скалистыми и куполовидными вершинами, скалистыми останцами, глыбовыми развалами, с нагорными террасами, сложенные метаморфическими, терригенными, эффузивными и интрузивными породами, с каменистыми, мохово-лишайниковыми тундрами и мелкотравными лугами;

29б- Водораздельные части гор узкие, гребневидные, со скалистыми и куполовидными вершинами, глыбовыми развалами, сложенные, терригенными, метаморфическими породами, с высокотравными и мелкотравными лугами и еловыми и березовыми криволесьями;

29в-Водораздельные части линейно-грядовых гор, с узкими гребнями, скалистыми останцами, с каменистыми россыпями, сложенные метаморфическими породами, с каменистыми тундрами с фрагментами травяно-моховой тундры и субальпийскими лугами.

30- 30а- Равнины холмисто-западинные, холмисто-волнистые, с террасами, с буграми пучения, с сосновыми с лиственницей и примесью темнохвойных пород, редкостойными лишайниково-моховыми лесами, участками сфагновых и кустарничково-сфагновых бугристых болот.

31- 31а-Болота бугристые и грядово-мочажинные, сфагновые, кустарничково-сфагновые, реже травяно-моховые, по окраинам с сосновыми, реже березовыми редколесьями.

32- 32б- Равнины волнистые, пологоувалистые, по понижениям заболоченные, с останцовыми холмами, со вторичными березовыми, осиново-березовыми и сосново-березовыми, реже сосновыми травяными лесами, участками сельскохозяйственных земель.

33- 33а-Болота грядово-мочажинные, сфагновые и осоково-сфагновые.

34- 34а- Равнины плоские, слабоволнистые, с многочисленными озерными котловинами, с лиственнично-сосновыми, сосновыми с примесью лиственницы и березы травяно-кустарничковыми и травяными лесами, с участками сельскохозяйственных земель и займищных болот.

35- 35а- Болота с плоской поверхностью и грядово-мочажинные, травяно-моховые и осоковые, по окраинам с сосновым и березовым редколесьем.

36- 36б-Равнины предгорные волнистые, волнисто-увалистые, местами всхолмленные, сложенные интрузивными, метаморфическими, эффузивными и эффузивно-осадочными, карбонатными породами, с вторичными березовыми, осиново-березовыми травяными лесами, с участками лиственнично-сосновых травяных лесов и сельскохозяйственных земель;

36в- Равнины предгорные волнистые, волнисто-увалистые, сложенные интрузивными, метаморфическими, эффузивными и эффузивно-осадочными, карбонатными породами, с сельскохозяйственными землями и участками осиново-березовых и сосново-лиственничных травяных лесов.

37- 37а- Равнины предгорные волнистые, волнисто-увалистые, местами всхолмленные, слабо расчлененные, с озерами, сложенные метаморфическими, эффузивными, терригенными, терригенно-карбонатными, интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями и березовыми, сосновыми и сосново-березовыми травяными лесами с участием остепненных лугов;

37б- Равнины плоские, плоско-волнистые, с многочисленными озерными котловинами, местами с карстовыми формами, сложенные эффузивными, реже терригенными и интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями, лугами, участками березово-осиновых, сосновых и сосново-березовых травяных лесов, с займищными болотами в озерных котловинах.

38- 38а- Равнины моренные холмисто-волнистые, холмисто-западинные, с останцовыми возвышенностями, буграми пучения, с сосновыми и лиственничными, с примесью темнохвойных, редкостойными мохово-лишайниковыми и кустарничковыми лесами, участками сфагновых и кустарничково-сфагновых бугристых болот.

39- 39а- Равнины пологоувалистые и волнистые, с останцовыми холмами, буграми пучения, с сосновыми, лиственничными, лиственнично-сосновыми, с примесью темнохвойных, редкостойными мохово-лишайниковыми и кустарничковыми лесами, участками сфагновых и кустарничково-сфагновых болот.

40- 40а- Равнины предгорные полого-увалистые, пологоволнистые, с останцовыми возвышенностями, буграми пучения, сложенные эффузивными и эффузивно-осадочными, интрузивными породами, с сосновыми, с примесью темнохвойных, редкостойными мохово-лишайниковыми и кустарничковыми лесами, с участками кедрово-еловых и березовых лесов, участками сфагновых и кустарничково-сфагновых бугристых болот.

41- 41а- Равнины волнистые, с останцовыми горами, с сельскохозяйственными землями, сосновыми и лиственнично-сосновыми травяными лесами.

42- 42а- Равнины предгорные волнистые, волнисто-увалистые, местами всхолмленные, с останцовыми горами, сложенные эффузивными, эффузивно-осадочными, карбонатными и интрузивными породами, с сосновыми травяными лесами, частично вырубленными, с участками сфагновых бугристых и осоково-сфагновых грядово-мочажинных болот.

43- 43а- Равнины плоские и слабоволнистые, с озерами, по понижениям заболоченные, с останцовыми возвышенностями, с березово-сосновыми и березовыми травяными, часто остепненными лесами.

44- 44а- Равнины пологоувалистые, с останцовыми возвышенностями, местами с участками закрытого карста, сложенные метаморфическими, терригенными, терригенно-карбонатными, карбонатными и интрузивными породами, с березовыми и березово-сосновыми остепненными лесами, с участками сосновых с примесью лиственницы травяных лесов;

44б- Равнины пологоувалистые, с останцовыми возвышенностями, местами с участками закрытого карста, сложенные метаморфическими, терригенными и карбонатными породами, с редкими интрузиями, с сельскохозяйственными землями и участками предлесостепных сосновых и мелколиственных лесов.

45- 45а- Предгорья холмисто-увалистые, с выположенными водоразделами, сложенные эффузивными, эффузивно-осадочными и интрузивными породами, с сосновыми, сосново-лиственничными, с примесью темнохвойных, редкостойными мохово-лишайниковыми и кустарничково-моховыми лесами.

46- 46а - Предгорья холмисто-увалистые и грядовые, сложенные эффузивно-осадочными, эффузивными, карбонатными, интрузивными породами, с сосновыми и лиственнично-сосновыми зеленомошными и кустарничковыми лесами, участками березовых лесов;

46б - Горы массивные, с волнистыми водоразделами, куполовидными вершинами, с останцами выветривания, сложенные эффузивными и эффузивно-осадочными, интрузивными породами, с лиственнично-сосновыми и сосновыми зеленомошными и травяно-кустарничковыми лесами, с участками березовых лесов;

46в - Горы массивные, с волнистыми водоразделами, куполовидными вершинами, с останцами выветривания, сложенные эффузивными, эффузивно-осадочными, карбонатными, интрузивными породами, с вторичными березовыми зеленомошными и кустарничково-травяными лесами, с участками сосново-лиственничных, сосновых и сосново-березовых лесов;

46г - Предгорья холмисто-увалистые и грядовые, сложенные, эффузивными, метаморфическими, карбонатными, интрузивными породами, с сосновыми с примесью липы и березовыми травяными лесами;

46д - Предгорья холмисто-грядовые, озерно-котловинные, сложенные метаморфическими, эффузивными, интрузивными породами, с сосновыми и березовыми травяными лесами.

47- 47а - Предгорья холмисто-грядовые, озерно-котловинные, сложенные метаморфическими, эффузивными и интрузивными породами, с сосновыми остепненными лесами;

47б - Предгорья холмисто-грядовые, озерно-котловинные, сложенные метаморфическими, эффузивными и интрузивными породами, с березовыми и сосново-березовыми остепненными лесами;

47в - Горы массивные, с куполовидными вершинами, узкими водоразделами, с останцами выветривания, каменистыми развалами и осыпями, сложенные метаморфическими, терригенными, карбонатными, интрузивными породами, с сосновыми, иногда с примесью лиственницы и березы, травяными, местами остепненными лесами, с участками березовых лесов;

47г - Горы массивные, с широкими выпуклыми водоразделами, куполовидными вершинами, местами с останцами выветривания, каменистыми развалами и осыпями, сложенные метаморфическими, эффузивными, терригенными, карбонатными, интрузивными породами, с вторичными березовыми и сосново-березовыми остепненными лесами.

48- 48а - Равнины пологоувалистые, пологоволнистые, с останцовыми холмами, остаточными и просадочными озерами, с сельскохозяйственными землями, луговыми степями и остепненными лугами, с участками березовых и сосновых лесов.

49- 49а - Равнины плоские и волнистые, местами пологоувалистые, с останцовыми пологохолмистыми возвышенностями, сложенные метаморфическими, эффузивными, эффузивно-осадочными, терригенными карбонатными, интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями, луговыми степями, остепненными лугами, с участками березовых и сосновых лесов;

49б - Равнины плоские, слабоволнистые, с многочисленными озерными котловинами, сложенные эффузивными и интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями, луговыми степями, остепненными лугами, с участками березовых и сосновых лесов.

50- 50а - Равнины пологоволнистые, с остаточными и просадочными озерами, с останцовыми холмами, с сельскохозяйственными землями и разнотравно-типчаково-ковыльными степями;

50б - Равнины волнистые, местами пологоувалистые и плоские, с сухими балками, редкими озерами, останцовыми холмами, с сельскохозяйственными землями и разнотравно-типчаково-ковыльными степями.

- 51- 51a – Равнины волнистые, волнисто-увалистые, с останцовыми пологохолмистыми возвышенностями, сложенные эффузивными, эффузивно-осадочными, терригенными, карбонатными, терригенно-карбонатными, метаморфическими и интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями и разнотравно-типчаково-ковыльными степями;
51б - Равнины волнистые, волнисто-увалистые, с останцовыми пологохолмистыми возвышенностями, сложенные эффузивными, терригенными, карбонатными, метаморфическими и интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями, разнотравно-типчаково-ковыльными степями и остепненными сосновыми борами.
- 52- 52a – Равнины пологоувалистые, с останцовыми возвышенностями, сложенные эффузивными, эффузивно-осадочными, карбонатными, интрузивными породами, с луговыми и разнотравно-типчаково-ковыльными степями, с участками каменистых степей, остепненных лугов, зарослей кустарников, березовых перелесков и сельскохозяйственных земель.
- 53- 53a – Мелкосопочные останцовые возвышенности холмисто-увалистые, реже грядовые, с останцами выветривания, с сухими саями, сложенные терригенно-карбонатными, терригенными, интрузивными породами, с разнотравно-типчаково-ковыльными степями, участками разреженных типчаковых, полынных и кустарниковых каменистых степей, с сельскохозяйственными землями на пологих склонах.
- 54- 54a – Предгорья грядово-увалистые и мелкосопочные, с выположенными водоразделами, сложенные метаморфическими, эффузивными породами, с березовыми, осиново-березовыми и сосновыми травяными, часто остепненными лесами, луговыми степями, остепненными лугами и сельскохозяйственными землями;
54б - Предгорья грядово-увалистые и мелкосопочные, с выположенными водоразделами, сложенные эффузивными, интрузивными породами, с сельскохозяйственными землями, луговыми степями, остепненными лугами, редкими участками осиново-березовых и сосновых лесов.

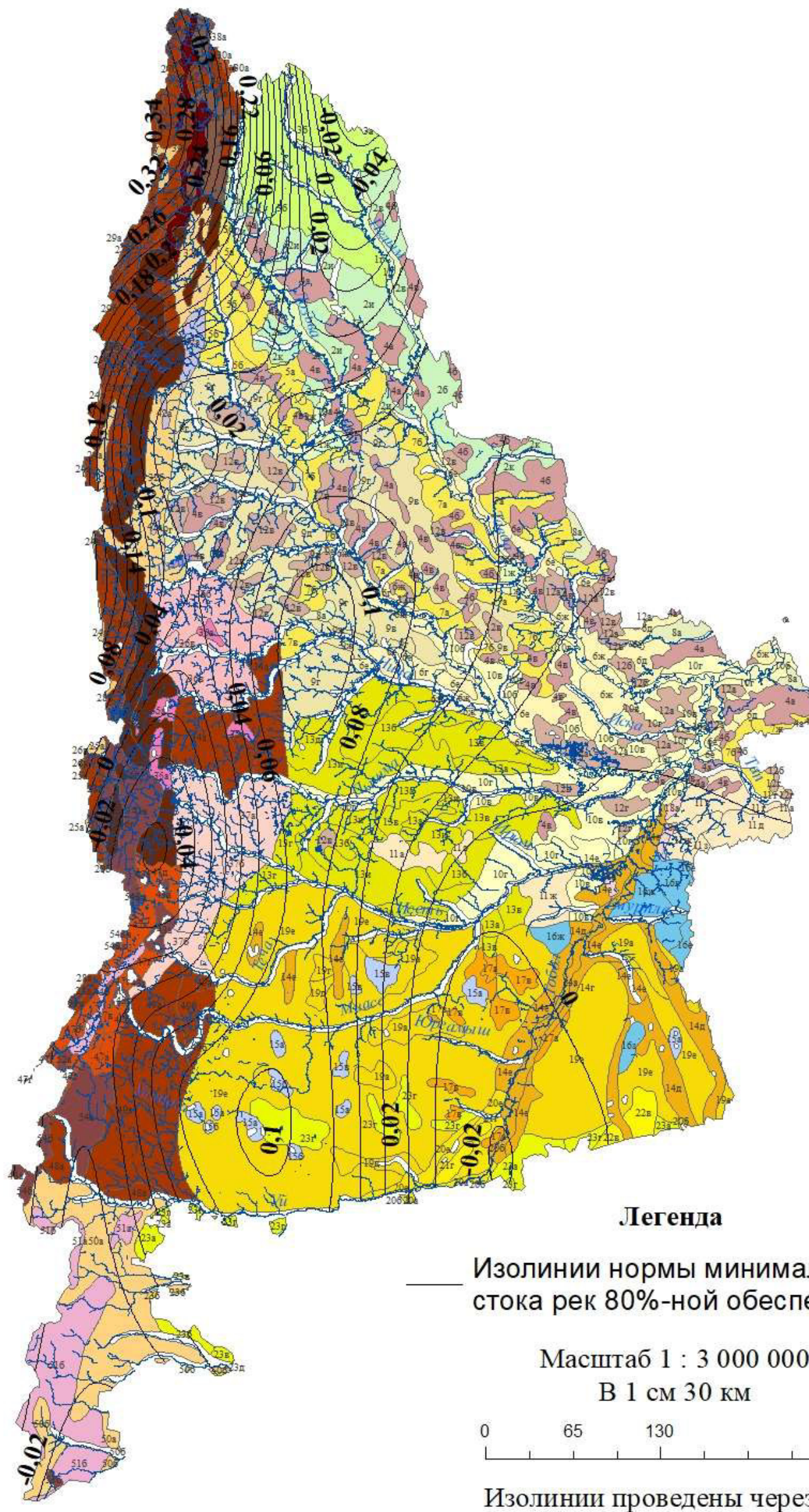


Рисунок 4 – Норма минимального летнего стока рек 80%-ной обеспеченности в бассейне Тобола в пределах Российской Федерации.

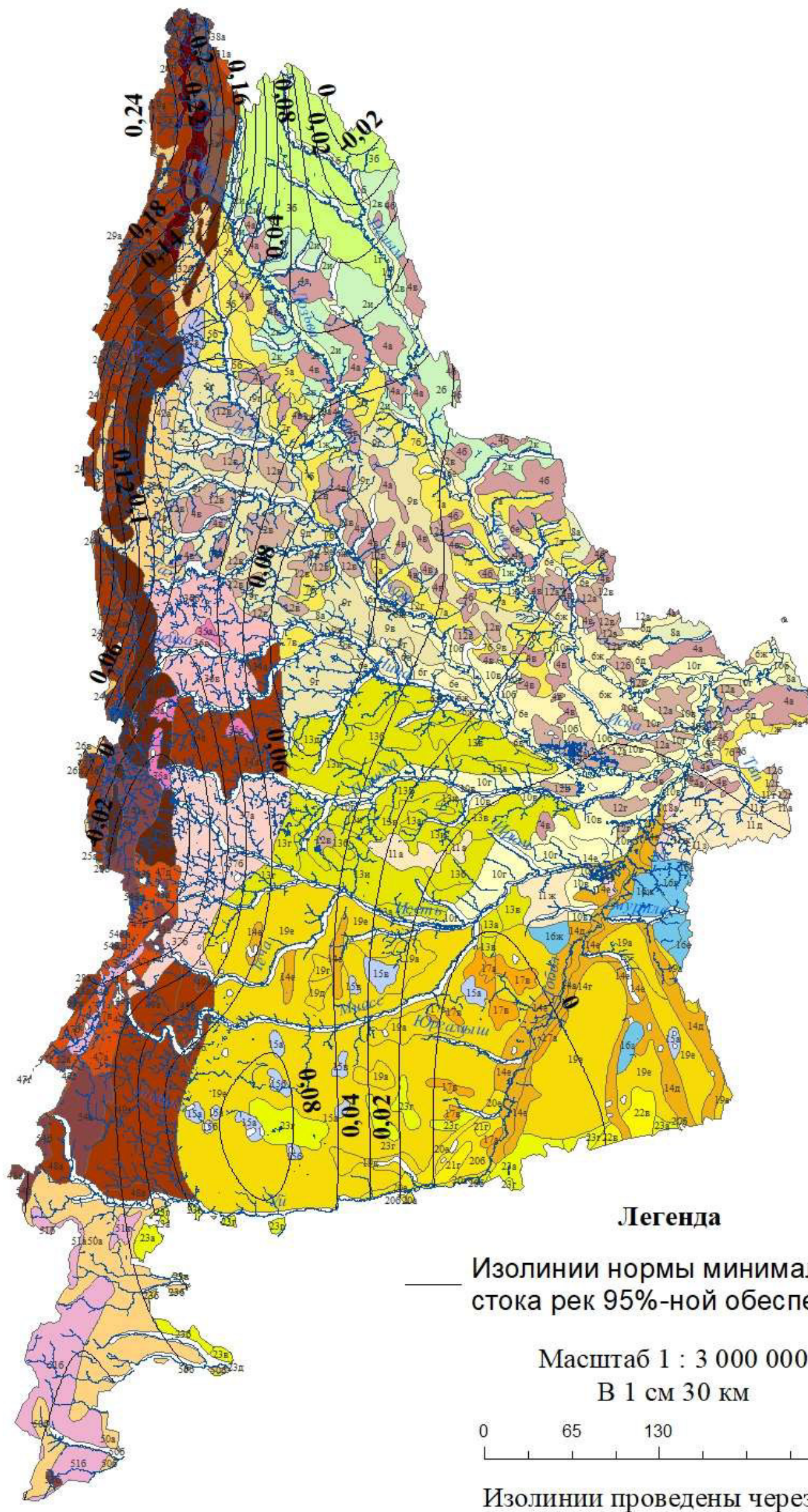


Рисунок 5 – Норма минимального летнего стока рек 95%-ной обеспеченности в бассейне Тобола в пределах Российской Федерации.

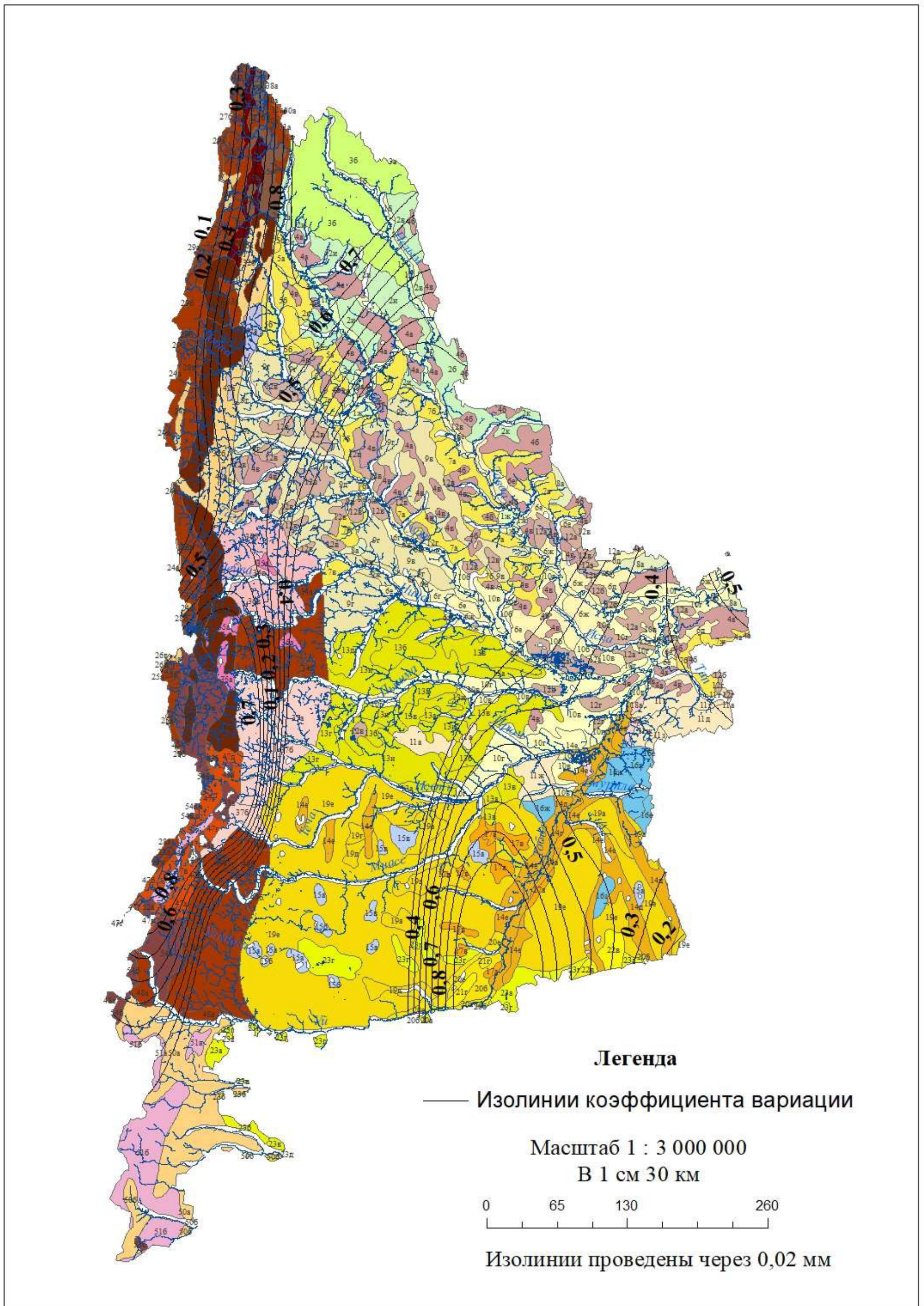


Рисунок 6 - Распределение коэффициента вариации минимального летнего стока рек в бассейне Тобола в пределах Российской Федерации.

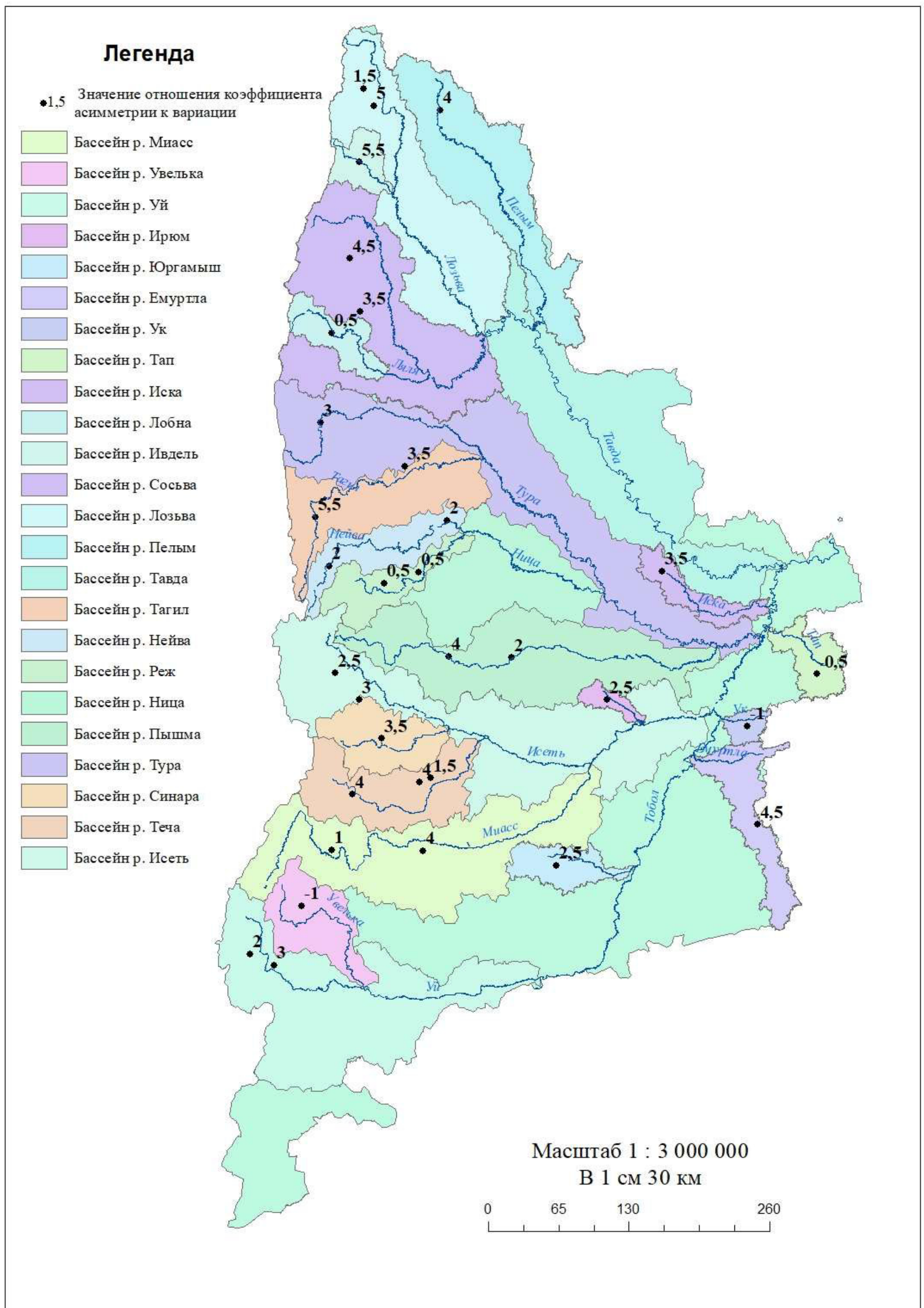


Рисунок 7 – Распространение отношения коэффициента асимметрии к вариации в бассейне Тобола в пределах Российской Федерации.

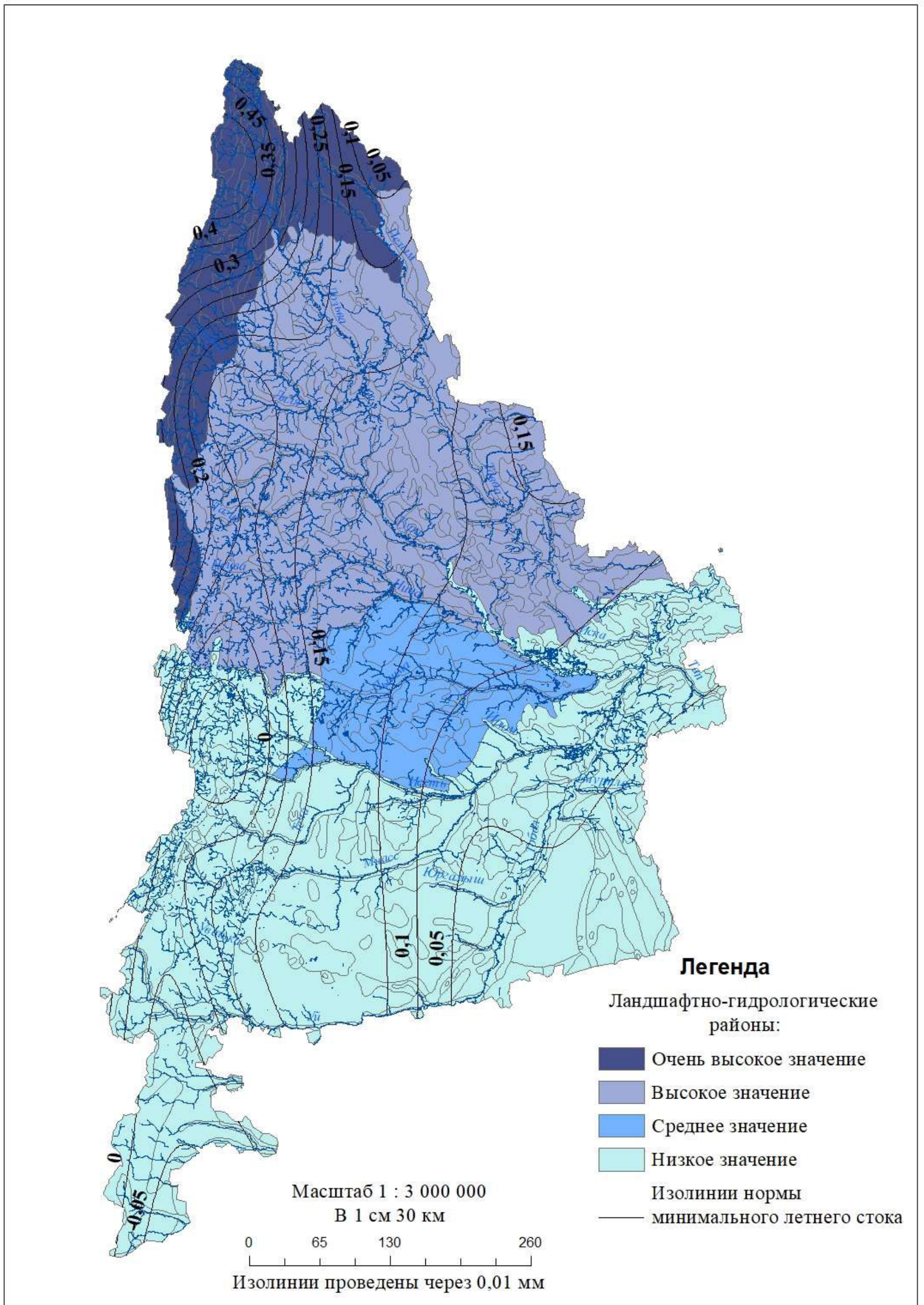


Рисунок 8 - Районирование бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации по гидрологической значимости ландшафтов.

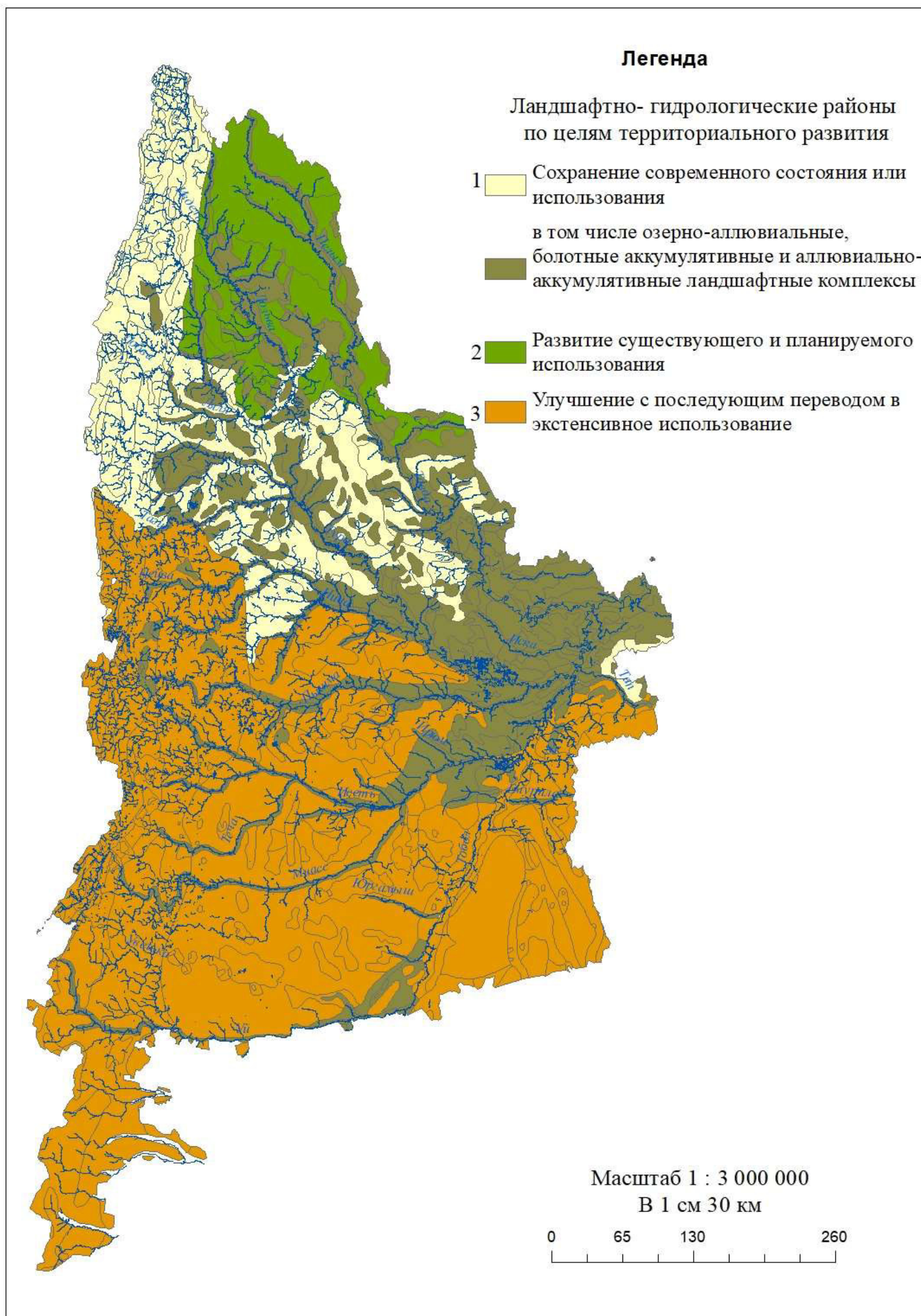


Рисунок 9 - Направления хозяйственного освоения и перспективы развития бассейна реки Тобол в пределах Российской Федерации.

