



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Уровенный режим реки Лены**

Исполнитель **Пугачева Екатерина Николаевна**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель **кандидат географических наук, доцент**
(ученая степень, ученое звание)

Сикан Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат технических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Хаустов Виталий Александрович
(фамилия, имя, отчество)

«12» июня 2022г.

Санкт-Петербург
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕКЕ ЛЕНЕ.....	5
2.	ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	8
2.1	Рельеф и геологическое строение	8
2.2	Карст.....	13
2.3	Многолетняя мерзлота.....	16
2.4	Подземные льды	21
2.5	Современное оледенение.....	22
2.6	Наледи	23
2.7	Почвы	28
2.8	Растительный покров.....	31
2.9	Гидрография.....	33
2.9.1	Речная сеть	33
2.9.2	Озера	37
2.9.3	Болота	38
3.	КЛИМАТ.....	40
3.1	Общая характеристика климата	40
3.2	Радиационный баланс.....	43
3.3	Температура почвы.....	44
3.4	Влажность воздуха	44
3.5	Снежный покров	45
3.6	Температура воздуха	46
3.7	Осадки	49
3.8	Сведения о метеорологических станциях.....	51
3.9	Анализ изменения климата в бассейне реки Лены.....	53
4.	ОСОБЕННОСТИ УРОВЕННОГО РЕЖИМА РЕКИ ЛЕНЫ.....	57
4.1	Исходные данные	57
4.2	Изменение формы гидрографа по длине реки Лены	57
4.3	Факторы, влияющие на уровеньный режим рек	72
4.4	Наводнения на Лене.....	73
4.5	Изменение высотных отметок и амплитуд уровня воды по длине р. Лены	76
4.6	Анализ дат наступления максимума половодья на реке Лене	78
4.7	Связь максимальных годовых уровней воды и максимальных уровней весеннего ледохода	80
5.	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	83
6.	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	85

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Список действующих гидрологических постов на реке Лене.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Средние, максимальные и минимальные уровни воды на гидрологических постах реки Лены за 2008–2019 гг.	88
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Хронологические графики среднегодовых температур воздуха	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Хронологические графики годовых сумм осадков	105

1 ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является исследование изменений основных характеристик уровня режима по длине реки Лены. В связи с этим решались следующие задачи.

- Построить продольный профиль реки Лены по данным о средних многолетних уровнях воды.
- Оценить эволюцию гидрографа по длине реки Лены.
- Оценить изменения годовой амплитуды уровней воды по длине реки Лены.
- Проанализировать связь максимальных годовых уровней воды и максимальных уровней весеннего ледохода.

Работа состоит из четырех глав, введения и заключения.

В первой главе приводятся общие сведения о реке Лене – основные гидрографические характеристики реки и ее бассейна, характеристика водности реки, разбивка реки на характерные участки.

Во второй главе дана краткая физико–географическая характеристика бассейна реки Лены.

В третьей главе представлена климатическая характеристика исследуемой территории и выполнена оценка изменений климата.

В четвертой главе исследуются особенности уровня режима реки Лены, анализируются факторы, влияющие на уровень режим. Выполнен анализ изменений характеристик уровня режима по длине реки.

В заключении в обобщенном виде представлены результаты проведенного исследования.

Работа содержит 38 рисунков, 4 таблицы, 4 приложения и список литературы из 19 наименований. Общий объем работы 104 страницы.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕКЕ ЛЕНЕ

Лена – одна из величайших рек земного шара. По площади водосбора она уступает только Енисею и Оби, по водоносности – только Енисею. Берет начало на западном склоне Байкальского хребта на высоте 930 м над уровнем моря. Впадает в море Лаптевых (рисунок 1.1). Длина реки 4400 км, площадь водосбора 2490000 км². Общее падение реки 930 м [5,7].

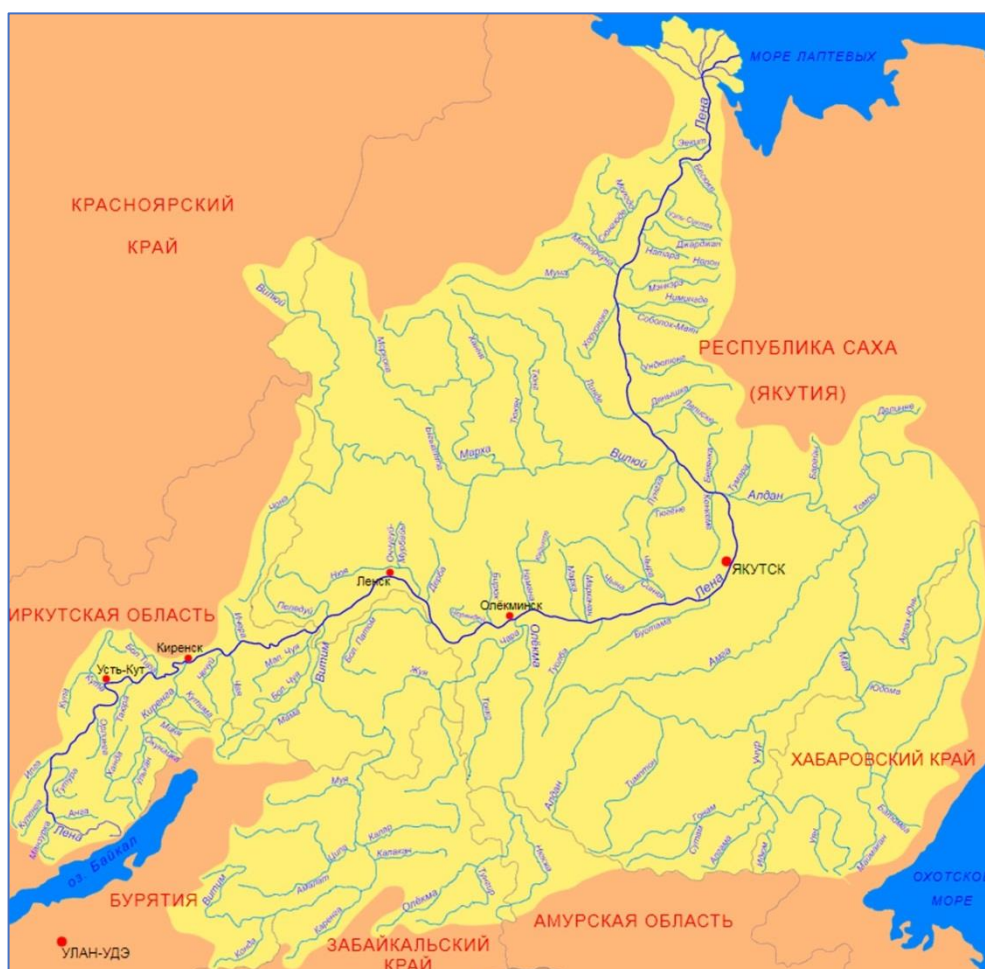


Рисунок 1.1 – Водосбор реки Лены.

Лена делится на три характерных участка: 1) верхний – от истока до впадения р. Витима, 2) средний – от устья р. Витима до впадения р. Алдана, 3) нижний – от впадения р. Алдана до устья.

В пределах верхнего участка Лена протекает в узкой, сжатой береговыми возвышенностями долине. При пересечении хребтов склоны долины круто обрываются к руслу, и река течет здесь в «щеках». Часто такие

сужения долины бывают причиной образования заторов льда. Ширина долины изменяется от 1 до 10 км. Река на этом участке относительно маловодна. Ширина реки постепенно увеличивается от 65 до 300 м в нижней части участка. После впадения крупного правого притока Киренги водность Лены значительно увеличивается, она становится полноводной судоходной рекой.

На среднем участке ширина долины увеличивается до 30 км, русла – до 2 км. Еще более полноводной становится Лена после впадения в нее р. Олёкмы. Ниже впадения этой реки Лена на протяжении более 500 км течет в узкой долине (шириной 3– 4 км), сложенной известняками. Ниже пос. Покровского долина и пойма реки сильно расширяются, русло делится на множество протоков, образующих острова.

От впадения Алдана до устья р. Вилюя Лена протекает по широкой местами заболоченной равнине, изобилующей озерами. Долина реки на нижнем участке становится очень широкой, часто встречаются староречья, протоки.

В самом низовье, у села Булуна, где река пересекает Хараулахские горы, ширина долины уменьшается до 2 км. При впадении в море Лена образует дельту площадью 45000 км², что в два раза превышает площадь дельты Волги. Дельта состоит из большого количества рукавов и протоков между ними. Наиболее важной для судоходства является протока Быковская. Она соединяет Лену с бухтой Тикси – важным портом на Северном морском пути.

Средний годовой расход изменяется следующим образом: в верховье 90 м³/сек, в среднем течении 6600 м³/сек, в нижнем – 16300 м³/сек.

В верхнем течении основным источником питания реки является таяние снега. В соответствии с этим водный режим на этом участке характеризуется высоким весенним половодьем и низкой меженью. На участке, где впадают правобережные притоки Витим и Олёкма, водный режим отличается от верховья. Здесь дождевые паводки превышают уровни

весеннего половодья. Летняя межень отсутствует, так как на спаде половодья проходят дождевые паводки. Еще ниже по течению, после впадения Алдана, в питании Лены снова начинают преобладать талые воды.

Наибольшая часть стока проходит весной. Летний сток хотя и значительный, но ниже весеннего. Зимний сток незначительный.

В среднем амплитуда колебания уровня в нижнем течении Лены составляет 18 м. На участке суженного русла у села Булуна амплитуда колебаний достигает 24 м.

Лена судоходна почти на всем протяжении, но регулярное судоходство по реке осуществляется, начиная от г. Киренска.

Наиболее крупными притоками Лены являются Витим, Олёкма, Алдан, Виллой, два последних притока наиболее крупные в бассейне Лены.

Осенний ледоход начинается раньше всего в нижнем течении – в начале октября, запаздывая почти на декаду по сравнению с началом ледохода на соседних реках. В третьей декаде октября река в низовье покрывается льдом, запаздывая почти на полторы декады по сравнению с соседними реками. В верхнем течении ледостав наступает позже, в первой половине ноября. Вскрытие начинается с юга обычно при высоких уровнях и сопровождается мощными заторами. В верховье река освобождается ото льда в первой декаде мая, в низовье – в первой декаде июня.

Облесенность бассейна и широкое распространение в бассейне устойчивых, трудно поддающихся размыву твердых пород обуславливают небольшую мутность речных вод. Средняя мутность воды составляет 20 – 40 г/м³. Основная часть стока наносов проносится рекой в период весеннего половодья. Наибольшая мутность наблюдается в мае – июне, наименьшая – перед началом весеннего половодья.

Воды реки относятся к водам карбонатного класса со средней минерализацией до 200 мг/л. В среднем течении весной минерализация снижается до 60 – 80 мг/л, осенью и в начале зимы – составляет 200 мг/л. Зимой минерализация повышается до 580 – 650 мг/л.

2. ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

2.1 Рельеф и геологическое строение

Рассматриваемая территория принадлежит преимущественно трем крупнейшим тектоническим структурам Восточной Сибири – Сибирской платформе, Байкальской и Верхояно-Колымской горно-складчатым областям [7]. Строение рельефа, характер и условия залегания горных пород на ней неоднородны (рисунок 2.1).

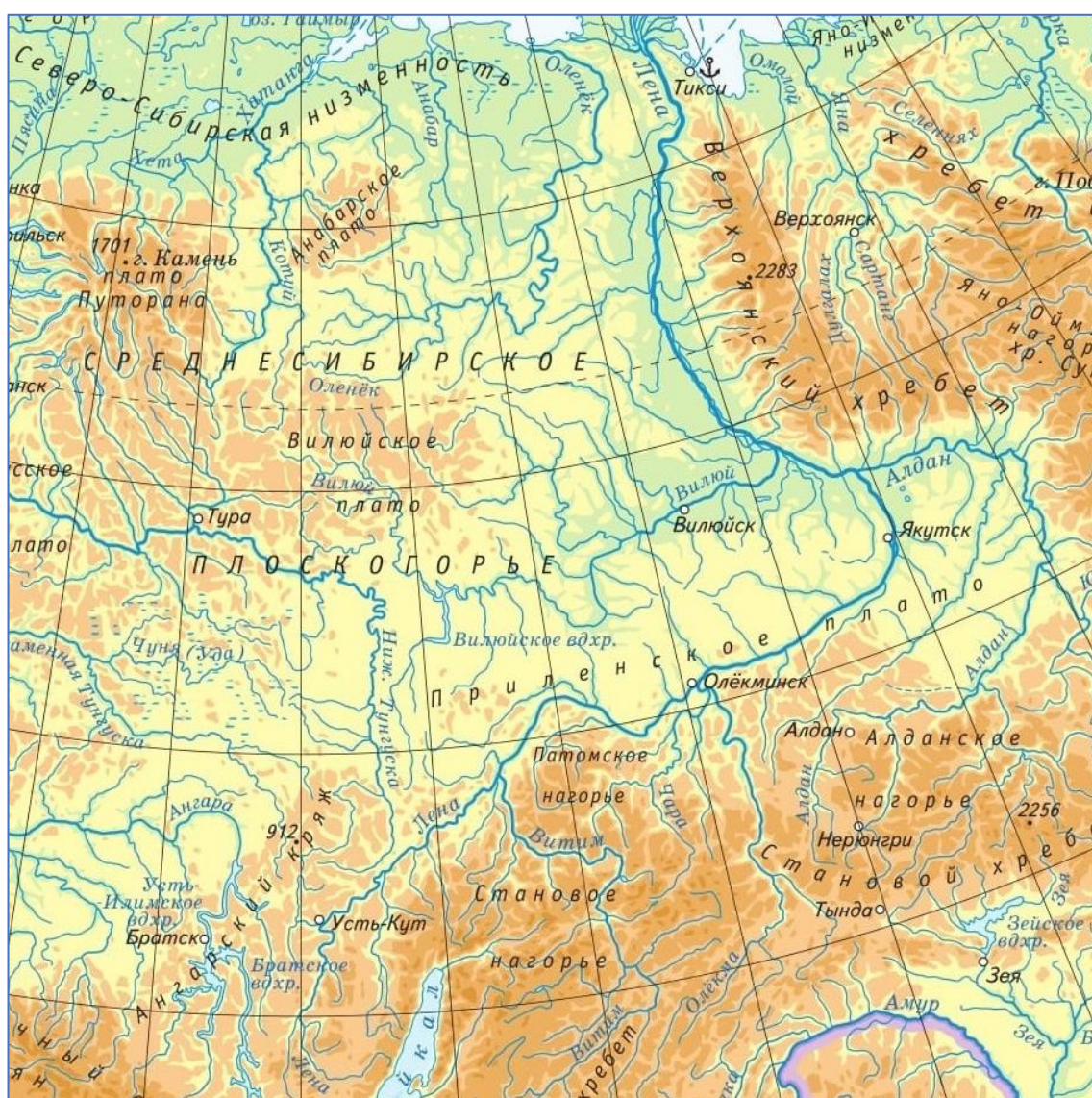


Рисунок 2.1– Физическая карта Восточной Сибири.

На Сибирской платформе преимущественно развиты плоскогорья, пластовые плато и равнины, и только на южной ее окраине, в пределах Алданского щита, находится нагорье со сравнительно интенсивно расчлененным рельефом. Байкальская и Верхояно-Колымская горно-складчатые области характеризуются горным, сложно построенным рельефом, развивающимся в первом случае на метаморфизованных палеозойских породах, во втором – преимущественно на мезозойском складчатом основании. Палеозойские породы выведены на поверхность лишь в отдельных блоках. Наряду с горными районами в пределах Верхояно-Колымской области широко развиты низменности, приуроченные к жестким срединным массивам или синклинальным структурам, являющимися районами устойчивого опускания в мезозойское и кайнозойское время.

С и б и р с к а я и ~~Западная~~ *часть* территории, охватывающая верхнюю и среднюю части бассейнов рек Анабара, Оленька, Вилюя, Лены и верховья Хатанги, относится к средне – сибирскому плоскогорью. Оно неоднородно в морфоструктурном отношении. Для западной части плоскогорья, включающей плато Путорана и Оленекско-Вилуйское плато, характерно развитие столовых возвышенностей, поверхность которых бронирована траппами, широко представленными в вулканогенно–осадочном комплексе пород преимущественно триасового возраста, слагающих основание плато. Наиболее высокие отметки приурочены к плато Путорана, они достигают 1701 м при глубине вреза речных долин 600–1000 м. На Оленекско–Вилуйском водоразделе отметки поверхности плато понижаются и не превышают 1044 м (гора Люча-Онгоктон), составляя в среднем 500–1000 м и постепенно уменьшаясь к востоку до 300 м. Одновременно глубина вреза речных долин снижается до 400– 100 м. Слоистое чередование в разрезе терригенных пород с пластовыми интрузиями и многочисленные дайки обуславливают ступенчатый профиль речных долин, наличие многочисленных порожистых участков и водопадов.

К северу от Оленёкского пластового плато расположено Анабарское

плоскогогорье, сложенное в высокоподнятой части кристаллическими и метаморфическими породами архейского и протерозойского возраста, по периферии которых развиты терригенно-карбонатные и карбонатные отложения верхнего протерозоя – нижнего палеозоя. Абсолютные отметки поверхности водоразделов составляют 400–500 м, максимальная высота (возвышенность Холчаганахта) достигает 800 м. Глубина вреза речных долин около 200 м.

Южнее простирается в широтном направлении Приленское плато, сложенное преимущественно карбонатными, местами галогенными и гипсоносными палеозойскими породами. На востоке они полого падают в северном направлении, и их моноклинальное залегание в сочетании с эрозионными процессами предопределяет куэстовый облик рельефа поверхности плато. Западнее долины р. Олёкмы строение поверхности плато более сложное, отражающее линейную складчатость коренных пород, ориентированных примерно параллельно границе Байкальской горноскладчатой области. Повсеместно поверхность Приленского плато осложнена карстовыми формами.

Абсолютные отметки Приленского плато постепенно опускается от 700 –800 м на юге до 300 м на севере, к долине р. Лены. Речная сеть врезана на глубине 150 –100 м, причем в связи с интенсивным развитием карста многие водотоки имеют лишь временный сток.

В восточном направлении Среднесибирское плоскогорье постепенно переходит в Центральнаякутскую низменность, охватывающую долины рек Лена, Виллюя и Алдана в их нижнем и отчасти среднем течении и соответствующие междуречные долины. Низменность представляет собой область устойчивого опускания и осадконакопления в мезозойское, а в центральной части и в кайнозойское время. В сложении ее участвуют преимущественно терригенные, в том числе угленосные отложения юрского, мелового и в отдельных впадинах (Нижнеалданская) неогенового возраста. Широко развиты четвертичные отложения – озерно-ледниковые и аллювий

рек Лены, Вилюя и их притоков и покровные суглинки и супеси. На востоке низменности распространены отложения ледникового комплекса. Суглинистые и супесчаные отложения высоких террас и водоразделов насыщены льдом, содержат включения повторно-жильных льдов.

Строение поверхности низменности в основном определяется морфологией речных долин. Здесь намечаются пойма, низкие и высокие надпойменные террасы. Относительное превышение наиболее высокой табагинской террасы над урезом воды в р. Лене достигает 150 м. Поверхность высоких террас осложнена долинами притоков рек Лены и Вилюя, термокарстовыми понижениями (аласы) и озерами, многолетними буграми пучения (булгуниями), эрозионными останцами и местами дюнами.

Вторая крупная низменность, Северо-Сибирская, простирается вдоль побережья море Лаптевых и далее на запад. Между горами Бырранга и северным склоном Среднесибирского плоскогорья она переходит в Таймырскую низменность. Поверхность низменности сложена четвертичными аллювиально-озерными и морскими отложениями большой мощности, подстилаемыми мезозойскими (мел-юра) терригенными породами. Абсолютные отметки поверхности низменности преимущественно менее 100 м и лишь в районах распространения холмисто-ледникового рельефа достигает 200–250 м.

В южном направлении Среднесибирское плоскогорье постепенно переходит в Алданское нагорье, сложенное преимущественно кристаллическими и метаморфическими породами архейского и протерозойского возраста. В тектонических впадинах здесь залетают юрские угленосные отложения и карбонатные породы нижнего кембрия. Последние слагают также отдельные хребты в восточной части Алданского нагорья, являющегося сложно построенной и сильно расчлененной горной страной, представляющей собой систему плоскогорий, отделенных друг от друга

среднегорными хребтами или межгорными впадинами. Абсолютные отметки поверхности плоскогорий 600–1200 м. Высота водоразделов горных хребтов и отдельных гольцовых возвышенностей 1600 – 2000 м. Днища высокоподнятых межгорных котловин лежат на отметках 700 – 800 м. С юга Алданское нагорье окаймлено альпийнотипным Становым хребтом, являющимся водоразделом между бассейнами рек Лены и Амура. Максимальная отметка Станового хребта достигает 2412 м.

Б а й к а л ь с к а я л а г о н т а я Расматриваемая территория охватывает северо-восточную часть Байкальской горноскладчатой области – бассейны рек Витима, Чары и частично Олёкмы. На севере выделяются Северо-Байкальское и Патомское нагорья, сложенные собранными в складки породами протерозойского возраста, представленными в нижней части разреза гнейсами, кристаллическими сланцами, кварцитами, а в средней и верхней его частях – известняками, мраморизованными известняками, мраморами, песчаниками, алевролитами, гравелитами и кварцитами. Нагорье характеризуется среднегорными и низкогорным рельефом, абсолютные отметки поверхности составляют 1000 – 2000 м, глубина вреза речных долин достигает 300 – 400 м.

К югу и юго-западу от Северо-Байкальского и Патомского нагорий простирается в северо–восточном направлении Саяно-Байкальское становое нагорье, в сложении которого, помимо протерозойских отложений, существенное участие принимают интрузивные породы. Его рельеф характеризуется сочетанием высоких хребтов, альпийнотипного облика (Северо-Муйский, Кодар, Удокан, Каларский) с глубокими кайнозойскими впадинами (Нижнемуйская, Верхнечарская). Высота хребтов достигает 2500–3500 м, тогда как отметка днищ впадин составляет 455–1400 м. Характерны черты мезорельефа, связанные с ледниковой экзарацией – тропи, кары, морены. Встречаются и современные ледники. В межгорных понижениях развиты термокарстовые и другие проявления криогенеза.

Южнее Саяно-Байкальского станового нагорья располагаются Забайкальские средние горы и плоскогорья, для которых характерны широкие и удлиненные впадины забайкальского типа, сочетающиеся со сводовыми поднятиями водоразделов. Абсолютные высоты водораздельных хребтов 800–1800 м, отметки днищ впадин 500–1000 м. Водораздельные хребты сложены преимущественно кристаллическими и метаморфическими породами, во впадинах широко развиты мезо-кайнозойские и в особенности кайнозойские терригенные образования. В целом рельеф достаточно пересеченный, хотя в этом отношении он значительно уступает рельефу Саяно-Байкальского станового нагорья.

Верхняя часть территории, включая бассейны рек Алазеи, Индигирки, Яны, частично Алдана и Лены (правобережные притоки). Она весьма неоднородна по рельефу и геологическому строению.

На западе области простирается Верхоянская цепь, представляющая систему горных хребтов субмеридионального простирания, сложенных преимущественно верхнепалеозойскими терригенными отложениями верхоянского складчатого комплекса.

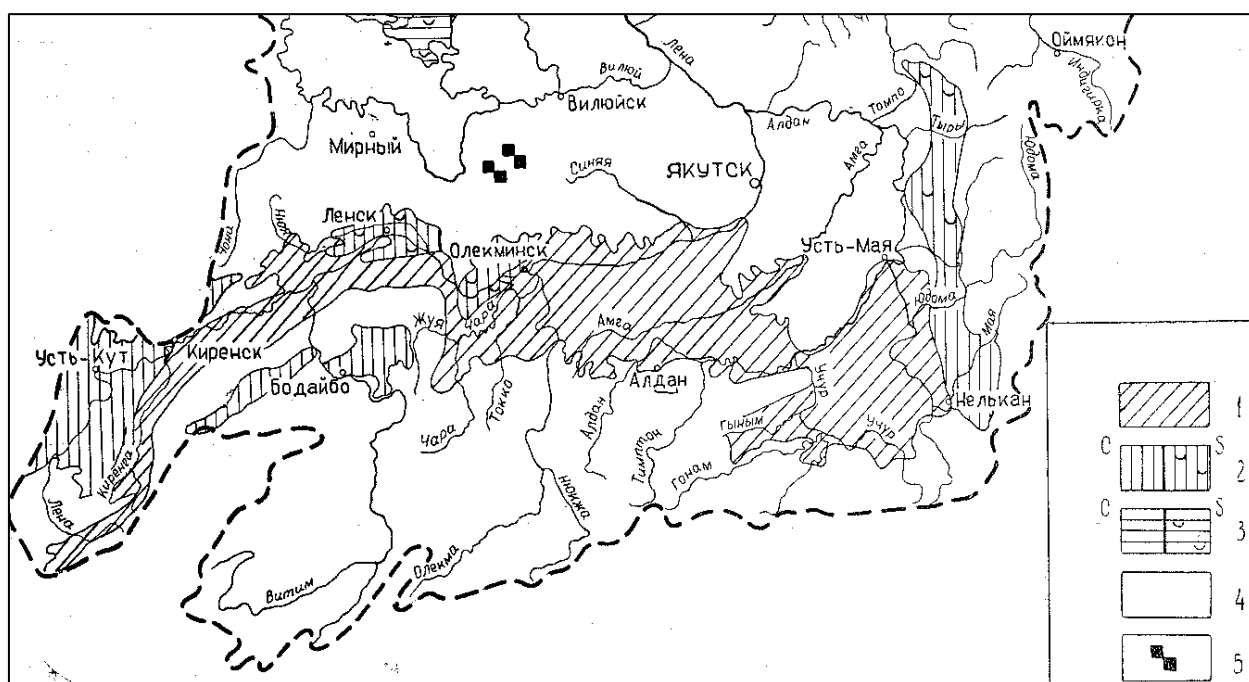
2.2 Карст

Карст в Лено-Индигирском районе распространен достаточно широко, хотя и неравномерно, однако изучен он весьма слабо, поэтому здесь приведены лишь самые общие данные.

По степени закарстованности и возможного воздействия карста на формирование стока рассматриваемой территории могут быть выделены области сильного, слабого, потенциального проявления карста и область распространения некарстующихся пород (рисунок 2.2).

Область сильного проявления карста расположена в западной части территории.

частям территории, охватывая верхние и средние части бассейнов рек Лены, Алдана, Амги и Май, где распространены карбонатные, гипсоносные и галогенные породы. В соответствии с литологическим составом геологических образований здесь развит карбонатный, сульфатный, галогенный или сложный (карбонатно-сульфатный, карбонатно-галогенный, сульфатно-галогенный) карст.



Области проявления карста в бассейне реки Лены. 1 - сильное проявление карста, 2 - умеренное проявление карста, 3 - слабое проявление карста, 4 - некарстовые территории, 5 - другие объекты.

Рисунок 2.2 – Схема распространения карста в бассейне реки Лены (по Н.М. Никитиной и О.Н. Толстихину).

Сильные проявления карста, морфологически выраженные современными карстовыми формами – карстовыми воронками, понорами, пещерами, так и древними доюрскими формами – пустотами, выполненными юрской корой выветривания, отмечены в пределах развития карбонатных (местами гипсоносных и галогенных) пород кембрийского и верхнепротерозойского возраста, слагающих Приленское плато, южную окраину Среднесибирского плоскогорья, северо–восток Алданского нагорья. Распространение области сильного проявления карста контролируется на юге

границей площади развития кристаллических и метаморфических некарстующихся пород, а на севере – границей распространения юрских терригенных и ордовикско-силурийских терригенно-карбонатных отложений. Ярко выраженные морфологические проявления карста на этой территории сочетаются с характерными для карстовых районов многодебитными источниками, иногда относительно высокой минерализации, исчезающими летом водотоками и, по-видимому, несовпадением водоразделов поверхностных и подземных вод, в связи с чем здесь можно ожидать подземное перетекание воды из одних речных бассейнов в другие.

К о б л а с т и с л а б о г о п р о т а к а н а т е р р и т о р и и распространения ордовикских и силурийских терригенно-карбонатных отложений в юго-западной части Среднесибирского плоскогорья и терригенно-карбонатных палеозойских пород Полоусненско-Верхнеколымской антиклинальной зоны и южной части Верхоянской антиклинальной зоны (Сетте-Дабанский горст-антиклинорий). Наряду с преобладающим карбонатным карстом здесь распространен сульфатный карст, однако он выражен значительно слабее. Карстовых источников здесь меньше; степень влияния карстовых процессов как таковых на формирование стока в бассейнах отдельных рек слабее вследствие несовпадения водоразделов поверхностных и подземных вод.

О б л а с т ь п о т е н ц и а л ь н о г о о х в а т ы в а е т обширную и территорию северо-восточной части Среднесибирского плоскогорья (бассейны р. Оленька, левых притоков рек Вилюя и Лены) в пределах распространения преимущественно карбонатных пород нижнего палеозоя. Морфологический карст этой области аналогичен карсту области слабого его проявления, однако в силу особо суровых мерзлотных условий карстовые пустоты и полости в приповерхностной части разреза (на глубину более 200 м от поверхности земли) выполнены льдом, вследствие чего карст активно на сток не влияет. Однако при изменении гидрологического режима водотоков,

например при создании крупных искусственных водохранилищ, вследствие неизбежного изменения геотермического режима приповерхностной части земной коры возможно протаивание льда карстовых пустот и активизация закарстовенной зоны на глубину протаивания. Это обстоятельство и позволяет выделить указанную область как область потенциального проявления карста.

Область распространения южнотерриторию, сложенную терригенными, вулканогенными, кристаллическими и метаморфическими породами, не подверженными процессам карстообразования.

2.3 Многолетняя мерзлота

Мерзлота является одним из важнейших природных факторов формирования стока на территории Лено-Индигирского района.

Слой летнего оттаивания характеризует глубину залегания поверхности многолетнемерзлых пород. Мощность сезонно-талого слоя зависит от характера теплообмена грунтов с атмосферой и определяется как широтой местности, так и всей физико-географической обстановкой. В целом мощность сезонно-талого слоя изменяется от 0,5 до 5,0 м, причем эти экстремальные значения порой могут отмечаться на соседних участках, что говорит о чрезвычайной изменчивости величин оттаивания грунтов по площади, особенно в горных районах.

Процессы летнего оттаивания и зимнего промерзания грунтов оказывают непосредственное влияние на формирование поверхностных вод. С одной стороны, мощность этого слоя и фильтрационные свойства слагающих его пород определяют возможности инфильтрации атмосферных осадков и соответственно характер дождевых паводков, и величину потерь жидких осадков на поверхностное задержание и задержание в деятельном слое. С другой стороны, деятельный слой обуславливает перераспределение влаги по годам, поскольку содержащаяся в нем вода осенью замерзает и поступает в

гидрографическую сеть только летом следующего года, повышая вариацию стока. Таким образом, деятельный слой выполняет в определенной мере роль регулятора речного стока, и этот тип регулирования может быть определен как сезонно-мерзлотное регулирование стока. Оно особенно заметно в районах распространения низкотемпературных многолетнемерзлых пород, так как именно здесь наиболее активно действует промерзание льда мощностью 5–7 см. Этот лед вытаивает спустя две–три недели после окончательного схода снежного покрова, а местами лишь в конце июля – начале августа.

Ниже залегает так называемый иссушенный горизонт мощностью 0,25–0,4 м, не содержащий свободной воды. Влажность отложений, обусловленная льдом–цементом, составляет 20–40 %, а пределы пластичности – 17–21% воздушно–сухой навески. Протаивание этого горизонта происходит с той же скоростью, что и протаивание вышележащего горизонта и заканчивается в конце второй декады июля.

В основании деятельного слоя имеется относительно маломощный (0,1–0,15 м), но весьма льдистый горизонт, формирующийся в результате промерзания снизу. Подземный лед залегает в нем в виде довольно мощных (1–3 см) линз и прожилок. Обусловленная ими льдистость достигает 30–40% объема мерзлой породы, что соответствует слою осадков 35–45 мм. Протаивание этого горизонта идет гораздо медленнее, чем двух предыдущих, и заканчивается в двадцатых числах августа. Оно сопровождается заметным увеличением влажности деятельного слоя. На пологих склонах, в безрусловых ложбинах стока – деллях – вода появляется в это время прямо на поверхности.

Мерзлая зона подразделяется на сплошную, прерывистую и островную. Сплошной называется мерзлая зона, отмечаемая на всех элементах рельефа данного региона и прерываемая только узкими полосами или окнами сквозных таликов, формирующихся в днищах речных долин, под крупными глубокими озерами и в местах постоянно действующих источников

глубинных вод. Обычно на долю таликов в этом случае приходится до 5% территории.

Прерывистой называется мерзлая зона, в пределах которой формируется значительные по площади талики, располагающиеся обычно на склонах южной экспозиции и на участках, сложенных хорошо фильтрующими породами. Суммарная площадь таликов составляет здесь 10–80%, в среднем 50% всей территории.

Островная мерзлая зона представлена только отдельными «островами» многолетнемерзлых горных пород, приуроченных, как правило, к заболоченным днищам речных долин, торфяным буграм, а также к нижней части склонов северной экспозиции. Суммарная площадь таликов составляет более 80%.

Почти весь Лено-Индигирский район относится к сплошной мерзлой зоне, причем на значительной части территории мощность мерзлоты превышает 500 м. Только вдоль широтного отрезка р. Лены, примерно по широте 60°, она сменяется неширокой полосой прерывистой мерзлой зоны и на совсем незначительном участке – островной. Такое распространение мерзлой зоны связано с тем, что основные ее параметры: температура (у подошвы слоя годовых колебаний), мощность и прерывистость – определяются как широтной, так и высотной поясностью и водопроницаемостью пород верхней части геологического разреза местности.

В пределах сплошного развития мерзлой зоны мощность многолетнемерзлых пород превышает 100 м, а их температура обычно ниже 2,5°. Максимальная мощность сплошной мерзлой зоны достигает в Вилуйской синеклизе 600 м, минимальная температура –18°, в районе бухты Тикси – соответственно 650 м и ниже – 11°, на водоразделах Верхоянской цепи – свыше 600 м и ниже – 9°, на водоразделах Станового нагорья – до 1300 м и до – 14°. Максимальная мощность пояса отрицательных температур отмечена на южном крыле Анабарской антеклизы, где она составляет 1400 м

при температуре до -10° , однако мощность собственно мерзлой зоны там всего около 200м; в пределах остальной части разреза развиты горизонты охлажденных ниже нуля соленых вод и рассолов – криопэгов.

В области прерывистого распространения мерзлой зоны ее мощность снижается до 50 м, температура постепенно возрастает до -1° , и, наконец, в пределах островной мерзлой зоны мощность мерзлых пород составляет обычно меньше 50 м при температурах их не ниже -1° .

Сквозные талики, расчленяющие сплошную мерзлую зону на отдельные участки, приурочены к строго определенным местам. Наиболее распространены подрусловые талики, которые возникают под руслами водотоков. В плане такие талики обычно не выходят за пределы прирусловой части поймы, однако на отдельных участках они захватывают всю низкую, а часто и высокую пойму, переходя в подтип пойменных таликов. В формировании последних принимают участие, кроме русловых вод, также мощные потоки грунтовых вод в рыхлых отложениях дна долины.

Второе место по распространенности занимают подозерные талики, которые формируются под всеми не промерзающими до дна озерами. Контуры таких таликов в плане обычно совпадают с линией меженного уреза озера. И только в южных районах рассматриваемой территории встречаются инфильтрационные и инсоляционные талики. В горных районах часты тектонические талики, формирующиеся под воздействием тепла подземных вод, восходящих и нисходящих по зонам разломов. Эти талики часто маркируются на поверхности наледями.

Наличие таликов в днищах долин большинства ручьев и рек ведет к тому, что между водами русла и мерзлыми породами всегда находятся немерзлые рыхлые отложения, вмещающие поток мерзлых вод.

По характеру и роли таликов во взаимосвязи поверхностных вод с подземными (межмерзлотными и подмерзлотными) платформенные и горноскладчатые районы существенно различаются. В платформенных районах талики носят большей частью локальный характер и не образуют

единой системы, гидравлически связывающей подмерзлотные воды с поверхностными. Кроме того, в силу анизотропности водоносных свойств пород в вертикальном разрезе, обусловленной обычным чередованием относительно водоупорных пород с более водоносными, многие, даже сквозные, таликовые окна не являются путями связи подземных вод с поверхностными. Это особенно отчетливо проявляется в Вилуйском синеклизе и Анабаро-Оленекском прогибе, где пьезометрический уровень подмерзлотных вод расположен значительно ниже меженного уровня рек и озер даже при наличии сквозных таликов. Таким образом, мерзлая зона в платформенных условиях является надежным щитом, изолирующим глубокие подмерзлотные воды от речных, снижая тем самым до минимума и возможности подземного питания рек.

В горноскладчатых районах, особенно в областях контрастных новейших тектонических движений при таком же, как на платформе, соотношении между площадью таликов и площадью мерзлой зоны, воды таликов, особенно подруловые, образуют единую гидравлическую систему с подмерзлотными водами, а мерзлая зона приобретает блоковый характер – крупные массивы ее оказываются отдельными друг от друга узкими «желобами» и «щелями» таликов. В этих условиях возникают несравнимо более благоприятные условия взаимодействия поверхностных и подземных вод, значительно возрастает доля участия последних в питании поверхностных вод; огромное значение в формировании речного стока приобретают пойменные талики, часто распространяющиеся далеко за пределы русла и охватывающие пойменные террасы. Таким образом, по условиям влияния на формирование речного стока правомерно выделить платформенные и горноскладчатые типы сплошной мерзлой зоны. Первый развит в северной части Сибирской платформы, в Полоусненской синклинальной зоне и на Колымском срединном массиве, второй – в горных сооружениях Верхояно-Колымской и Байкальской горноскладчатых областях и на Алданском щите.

Что касается таликов области прерывистой мерзлой зоны, то их широкое распространение здесь связано как с более мягкими климатическими условиями, так особенно и с распространением закарстованных карбонатных пород или хорошо фильтрующих угленосных отложений (Алданское нагорье). Талики этой области возникают не только в долинах рек, но и на водораздельных поверхностях. Все это значительно улучшает возможности инфильтрации атмосферных осадков и в целом благоприятствует накоплению ресурсов природных вод. Свидетельством тому являются многочисленные источники, приуроченные к склонам долин, и субаквальные, часто с повышенной минерализацией воды. Здесь значительно возрастает роль подземного питания рек, и нивелируются особенности гидравлического режима, свойственные области сплошной мерзлой зоны.

2.4 Подземные льды

Наиболее характерной особенностью мерзлой зоны является наличие льда в составе многолетнемерзлых пород, что в значительной степени определяет теплофизические и физико-механические свойства этих горных пород.

Подземные льды являются для значительной части рассматриваемой территории немаловажным фактором формирования подземного стока. Эти льды представляют собой временно выведенные из кругооборота подземные или поверхностные воды, при благоприятных климатических условиях, обеспечивающих их таяние, вновь возвращающиеся в кругооборот воды. Такие условия возникают вследствие вековых климатических изменений – потепление климата, снижения его континентальности, а также, что особенно выражено, под эродирующим воздействием речной сети и в результате деятельности человека.

Наибольший интерес в отношении влияния на формирование

подземных вод имеют монолитные скопления льда, в особенности повторножильные и инъекционные льды. Эти льды развиты преимущественно в толще рыхлых аллювиальных озерных и водноледниковых отложений северных равнин и Центральноякутской низменности. Наиболее крупные массивы повторножильных льдов, имеющие форму громадных клиньев, в отдельных участках имеют высоту более 50 м.

Наиболее древние, очень мощные повторножильные льды прослеживаются также вдоль арктического побережья Якутии, в частности в районах устьев рек Анабара и Оленёк, в дельте р. Лены, в районе бухты Тикси, где значительные массы льда сосредоточены в останцах 30–40-метровой террасы, в береговых обрывах залива Буор-Хая, в устье р. Яна и далее на восток.

Вторым крупным районом развития мощных повторножильных льдов является Центральноякутская низменность, в том числе долина Средней Лены, низовья Алдана, среднее и нижнее течение р. Вилюя. Жилы льда, вскрытые до глубины 20 –25 м, сформировались в толще аллювиально-озерных отложений древних террас с относительными отметками 30–200 м. Они пронизывают самый верхний слой террасового комплекса, сложенного пылеватыми суглинками и супесями, названными ледовым комплексом. Многочисленные выходы повторножильных льдов известны в долине среднего и нижнего течения р. Вилюя и некоторых его притоков.

2.5 Современное оледенение

Современное оледенение исследовано крайне слабо. Особенно это относится к длительно сохраняющимся в течение лета снежникам и снежникам – перелеткам, характерным для всех высокогорных, а отчасти и среднегорных районов рассматриваемой территории. На северо–западе территории небольшие ледники зафиксированы на плато Путорана. Снежные забои и снежники – перелетки сохраняются на теневых сторонах склонов у

подножия крутых диабазовых обрывов.

В пределах Саяно-Байкальского станового нагорья ледники концентрируются преимущественно в осевой части хребта Кодар. В пределах хребта выявлен 31 ледник общей площадью около 15 км². Подавляющее большинство ледников находятся в верховьях долин и карах, обращенных к северо-востоку и востоко-северо-востоку.

В Верхоянской цепи ледники развиты в северной части, в хребтах Хараулах, Орулган и в южном Верхоянье в пределах хребта Сунтар - Хаята. На севере Верхоянской цепи зафиксировано несколько небольших ледников карового типа общей площадью около 3 км². Южнее, в пределах хребта Орулган, насчитывается 54 ледника общей площадью 20 км². Ледники расположены преимущественно в бассейне р. Тумары. Наряду с ледниками здесь зафиксировано более 36 многолетних снежников.

Горные районы рассматриваемой территории отнесены к лавиноопасным. Лавины сходят в горах Верхоянской цепи, на Алданском и Становом нагорьях.

2.6 Наледи

Наледи распространены в Лено-Индигирском районе повсеместно, но особенно широко в горных районах. Однако имеющиеся о них сведения неравноценны. Для территории Верхояно- Колымской складчатой области составлен детальный каталог наледей, при этом использованы данные аэрофотосъемки; наледи Алданского нагорья, особенно их размеры, изучены менее детально; по наледям Байкальской горноскладчатой области имеются весьма неравноценные данные, по Сибирской платформе – лишь сведения об отдельных наледях. Этим обусловлена существенная неравноценность описание наледных районов.

В качестве критерия для сравнительной оценки распространения наледей в том или ином районе принята величина относительной наледности, т.е. отношение площади наледей к площади соответствующего наледного

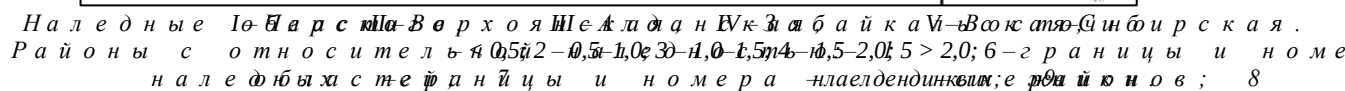
района их распространения или части речного бассейна, в пределах которой наледи распространены.

Наибольшее распространение наледные явления получили в Верхояно-Колымской горноскладчатой области, где выделены две наледные области: наледная область цепи Черского и сопредельных горных сооружений и Верхоянская наледная область.

Наледи области цепи Черского и сопредельных горных сооружений формируются в горных хребтах, предгорных и межгорных впадинах. В пределах этой области намечается шесть наледных районов, охватывающих либо бассейны отдельных рек, либо бассейны нескольких рек в соответствии с гидрогеологическими условиями питания наледей.

Н е н н - У я н д и н с к и ~~о~~хватывает верховья рек Неннели и характеризуется сравнительно небольшим количеством наледей, наиболее значительные из которых сосредоточены в бассейне р. Уяндины.

Р а й о н - М о л м е о н и я х с к о й ~~с~~ *с и с т е м ы* ~~н~~ *а л о ж е н* ~~о~~ *б р а м л* ~~о~~хватывает бассейны рек Момы, Селенияха, кроме его верховьев, а также верхнюю часть бассейна реки Чибагалаха. Наледи в этом районе распространены весьма широко и имеют значительные размеры. Так, суммарная площадь группы из девяти наледей в верховьях р. Момы в долинах небольших ее притоков составляет более 62 км². В среднем течении р. Момы расположена крупнейшая наледь – Улахан -Тарын (Момский), площадь которой составляет 5–6 м. В основании северо-восточного склона хребта Тас-Хаяхтах расположена крупнейшая на Северо-востоке наледная линия протяженностью около 250 км, включающая в себя гигантские ледяные поля в долинах рек Кыра, Борылах, Нахатта, Учугей-Юрях и Умба.



Площадь отдельных полей этой зоны составляет 19 – 70 км², а суммарная площадь льда определяется величиной более 300 км². Вторую четкую наледную линию образуют 14 наледей, расположенных в бассейнах правых притоков р. Момы. Суммарная площадь наледей этой линии 60 км².

Р а й о н б а с с е й включает девять сравнительно крупных и несколько мелких наледей общей площадью 72 км².

25

бассейн одного из небольших притоков р. Эльги.

Наледи в районе бассейна формируются в Неры бассейнах левых притоков р. Неры. Общая площадь 66 км².

Верхоянская наледная область охватывает обширную территорию от долины р. Хараулах на севере до верховья р. Май на юге. В ее пределах также выделено несколько наледных районов.

Хараулахский охватывает западную часть бассейна р. Хараулах.

Западно-Верхоянский охватывает часть хребта Оруган и ограничен с востока водоразделом последнего, с запада – его подножием, а с юга – водоразделом между реками Леной и Алданом. Протяженность наледной зоны около 200 км. В ней сосредоточены наиболее крупные наледи района протяженностью до 6 км и площадью до 2,7 км². Общая площадь наледей этой зоны 50 км².

В пределах восточных хребтов Верхоянской цепи намечается два наледных района, существенно различных по распространению наледей.

Наледный район ба охватывает верховья широко лой разветвленной гидрографической сети в полосе между основным водоразделом Верхоянского хребта на западе и Селемджинским хребтом на востоке.

Наледный район охватывает среднюю и южную части Верхоянского хребта, включая хребет Сетте - Дабан. Сравнительно небольшие наледи этого района приурочены преимущественно к верхнему и среднему течению правых притоков р. Алдана и распределены довольно равномерно по площади района.

Наледный район северной части охватывает большое количество очень крупных наледей. Площадь некоторых из них достигает 25 км².

Район бассейна включает 27 наледей, общая площадь которых 134 км².

Алданская наледная область охватывает территорию Алданского нагорья, в пределах которого 1000 наледей. Они отчетливо тяготеют к участкам дренирования карбонатных отложений кембрия и верхнего протерозоя, подстилаемых относительно водоупорными породами, к приводораздельным частям горных сооружений и зоне так называемого главного надвига, обрамляющего с юга Чульманский адартезианский бассейн. Совершенно отсутствуют наледи лишь в пределах северного склона Алданского нагорья, в поле распространения карбонатных кембрийских отложений, не вскрытых эрозией до подстилающих кристаллических пород.

Мощности льда наледей горных рек Алдана иногда значительны. Так, по словам местных жителей, мощность ледяных полей в верховьях рек Алдана и Тимптона достигает 10 м. мощные наледи перелетывают и являются многолетними.

Большинство крупных наледей формируется непосредственно в долинах рек и имеет вид вытянутых по руслу ледяных лент шириной 200 – 800 м; иногда ширина их возрастает до 1200 – 1500 м. Мелкие наледи, питающиеся водами небольших по дебиту склоновых источников, имеют обычно изометрическую форму, их площадь не превышает несколько десятков квадратных метров, а мощность льда 2 м.

Развитие наледных процессов в пределах Алданского кристаллического массива, как нигде в Якутии, тесно связано с тектонической раздробленностью пород, с районами молодых тектонических подвижек. Многие наледи приурочены непосредственно к разломам, причем располагаются они или цепочкой в долине одной какой-то реки на участке ее совпадения с разломом, или образуют линию наледей, приуроченных к нескольким речным долинам, если разлом пересекает эти долины.

Забайкальская наледная область охватывает в пределах рассматриваемой территории часть Байкальской горноскладчатой области. Наледи являются здесь характерным явлением для многих горных рек. Здесь зарегистрировано 125 наледей, суммарная площадь наледей 76,5 км².

Основная часть наледей формируется в пределах тальвегов долин мелких и средних рек. Площадь их редко (8% случаев) превышает 2 км², подавляющее большинство наледей (66% случаев) имеет площадь 0,1 – 1 км².

В западных (платформенных) районах рассматриваемой территории наледи сравнительно редки и весьма слабо исследованы. Некоторые из них тяготеют здесь непосредственно к долинам рек Лены и Вилюя и образуются на источниках, приуроченных к основанию так называемой бестяхской песчаной террасы р. Лены и ее аналога на р. Вилюе. Площадь отдельных наледей не превышает 1 км², мощность наледного льда достигает 4,5 м.

2.7 Почвы

Почвы рассматриваемой территории крайне своеобразны. Их образование происходит в условиях сложного рельефа, резко континентального климата и наличие многолетней мерзлоты, залегающей на небольшой глубине.

Почвы горных областей значительно отличаются от почв равнин, так как большие высоты и сильная расчлененность гор обуславливают большую их щебнистость и хорошо выраженную высотную поясность.

В горных областях северо-востока обычно преобладают примитивные каменистые почвы, и процесс почвообразования все время обновляется сносом рыхлого материала. В межгорных депрессиях и долинах рек почвы развиваются в условиях дополнительного увлажнения за счет стока с гор и выхода ключей, которое создает тиксотропию почв и усиливает в них мерзлотно–деструктивные процессы (перемещение почвенной массы по профилю почвы и в боковом направлении). В связи с этим на севере появляются долинные тундры или мерзлотно–таежные торфянистые тиксотропные и деструктивные почвы.

На Алданском и Становом нагорьях, на Витимо-Олёкминских среднегорьях в горнотундровом поясе выделяются горнотундровые

перегнойные и торфянистые почвы, развитые на элювии кристаллических пород архейского возраста, а в горнотаежном поясе – горные мерзлотно-таежные иллювиально-гумусовые почвы, развитые на элювии пород архейского комплекса и элювии юрских пород в зоне редколесий, а также горные мерзлотно-таежные оподзоленные почвы. На Алданском и Становом нагорьях в зоне средней тайги широко распространены перегнойно-карбонатные мерзлотно-таежные почвы, развитые на элювии карбонатных пород. На аллювиальных отложениях здесь встречаются мерзлотно-таежные полуболотные и мерзлотно-болотные торфянисто-перегнойные и торфянистые почвы.

В пределах межгорных котловин и северного склона хребта Удокан (верховья р. Чары) распространены подзолистые иллювиально-железистые почвы.

Для межгорных понижений и речных долин характерна заболоченность почв.

В равнинных областях, особенно к западу от р. Лены, в распределении почв хорошо прослеживается широтная зональность.

Тундра занимает узкую прибрежную полосу, но здесь она выражена особыми формами – арктическими пустынями. Большая часть этих пустынь занята ледниками и фирновыми полями, а свободное от них пространство представлено каменистыми россыпями и полигональными почвами; последнее широко распространено на островах дельты Лены.

Почвы тундры характеризуются малой мощностью, значительной влажностью, тиксотропностью, заторфованностью и бледностью гумусом. Материнские породы, особенно к востоку от р. Лены, однообразны и представлены четвертичными песками и суглинками. К западу от р. Лены почвы имеют значительную щебнистость. Преобладающими почвами тундры являются торфянисто-болотные и глеевые торфянисто-болотные.

Почвы тайги характеризуются разной степенью оподзоливания, малой тиксотропностью и влажностью, повышенной засоленностью и сравнительно

высоким плодородием.

На расчлененных и хорошо дренированных участках Анабаро–Оленёкского плато, в междуречье верхнего течения Тюнга и Мархи, плоскогорий Восточной Якутии развиты глеевые мерзлотно-таежные почвы. На плоских нерасчлененных и слаборасчлененных междуречьях, в нижнем течении Лены распространены поверхностно-кислые, ненасыщенные тиксотропные суглинистые почвы, развитые на древнеаллювиальных отложениях, элювии мезозойских пород и морене. К северу от Центральноякутской низменности (реки Линде, Хоруонгка) распространены супесчаные и песчаные почвы, а в понижениях широко развиты лугово-болотные почвы.

Почвы средней тайги более разнообразны, особенно в пределах Центральной Якутии. Здесь наиболее широко распространены таежные палевые мерзлотные почвы на лёссовидном карбонатном суглинке и суглинистом элювии карбонатных пород. Эти почвы часто обладают признаками развития процесса осолодения. Так, на Центральноякутской низменности образовались дерново-таежные, сильно осолоделые почвы и таежные солоды.

На Приленской возвышенности и Лено-Алданском плато распространены таежные палевые тяжелосуглинистые, слабоосолоделые, дерново-таежные мерзлотные и перегнойно-карбонатные мерзлотные почвы. Здесь также встречаются мерзлотные оподзоленные почвы, причем на элювии мезозойских пород развиты оподзоленные ненасыщенные кислые почвы, а на супесчаном элювии юрского и меловых пород – таежные палевые и насыщенные нейтральные суглинистые почвы с признаками остаточной оподзоленности.

На аласах и в лесостепных участках, на сухих надпойменных террасах Лены, Амги развиваются лугово-черноземные почвы, в более увлажненных местах встречаются черноземно-луговые почвы.

Образование в понижениях рельефа солонцов, солончаков и

засоленных почв связано с континентальным климатом (малое количество осадков, высокие летние температуры), наличием многолетней мерзлоты, препятствующей значительному выщелачиванию почв и удалению из них солей, а также с богатством материнских пород карбонатами и отчасти другими солями. Наибольшую площадь засоленные почвы занимают в засушливой части Центральной Якутии. В бассейне Вилюя в пределах Центральноякутской низменности сравнительно широко распространены сапропелевые почвы, образующиеся на месте высохших озер. В нижнем течении Вилюя значительные площади занимают ровные и бугристые пески «тукуланы», поверхность которых лишена растительности.

Аллювиальные почвы покрывают пойменные террасы рек Лена, Алдана, Вилюя, Витима и Калара.

2.8 Растительный покров

Характерной чертой растительного покрова рассматриваемой территории является почти повсеместное преобладание в лесной зоне лиственничных лесов из даурской лиственницы, широкое распространение хвойно-широколиственных и широколиственных лесов на юге, присутствие в таежной зоне среди лесных массивов небольших лесостепных участков (чаранов), отдельных пятен степных формаций и участков с солончаковой растительностью.

Арктические отличаются ~~бедным~~ разорванным растительным покровом, наличием выносливых растений, способных к подснежному развитию (ложечная трава). Из цветковых здесь выживают такие виды, как лютики, крупки, камнеломки, образующие плотные дернинки и подушечки. Зона арктических пустынь занимает острова Де-Лонга и Анжу, а также верхние части горных возвышенностей.

Тундровая характеризуется безлесьем и преобладанием безкорневых мхов и лишайников, наличием стелющихся видов (карликовая

ива и береза) и подушкообразных растений (камнеломка).

К востоку от устья Лены простираются кочкарные осоко-пушцевые тундры, разбросанные небольшими участками среди горных и равнинных тундр. К западу от устья Лены они встречаются реже. Поверхность этих тундр образована плотными кочками пушицы дернистой. Между кочками растут мхи и сравнительно редкие лишайники, встречаются отдельные кустики березки, брусники, морошки и багульника.

Л е с о т у н д р ~~о~~ характеризуется присутствием древесных пород, которые здесь представлены редкостойным, низкорослым лесом, преимущественно из лиственницы. Травянисто-кустарниковая растительность развита слабо.

П о д з о н а ~~с~~ *с е в е р* ~~редко~~ ~~лес~~ ~~я~~ ~~жн~~ ~~более~~ однообразна и характеризуется сильно разреженным лиственничным лесом, широким распространением ерниковых зарослей и слабым травостоем.

С р е д н е т а е ж н ~~включает~~ ~~довольно~~ крупный лесной массив. Несмотря на широкое распространение многолетней мерзлоты на юге она местами отсутствует. С этим связано присутствие темнохвойных пород. Леса этой подзоны отличаются сомкнутостью крон, большой высотой, различным подлеском и богатством травянистого яруса, за счет которого снижается роль мхов и лишайников.

Зональным господствующим типом растительности является лиственничная тайга. В Центральноякутской низменности имеются травяно-кустарничковые леса. На песчаных террасах рек широко распространены сосновые боры, и лишь изредка по долинам рек прослеживаются еловые леса.

На Лено-Алданском плато, Становом нагорье и Витимо-Олёкминском среднегорье лесной пояс в значительной мере представлен среднетаежными лиственничными, лиственнично-кедровыми и лиственнично-березовыми лесами с подлеском из кустарников ив, рябины, ольховника.

2.9 Гидрография

Территория Лено-Индигирского бассейна располагает большим количеством поверхностных водных объектов. На ней насчитывается свыше 571 тыс. рек и малых водотоков общей протяженностью примерно 2 млн. км, около 825 тыс. озер суммарной площадью более 83 тыс. км². Болота и заболоченные земли занимают порядка 10% территории. Кроме вод рек, озер и болот здесь имеются поверхностные воды, находящиеся в твердом состоянии в виде современных ледников и наледей [3,7].

2.9.1 Речная сеть

Основные черты гидрографии и режима водных объектов в Лено-Индигирском бассейне определяются сложными сочетаниями климатических особенностей, рельефа, геологического строения и многолетней мерзлоты.

Очень малые водотоки (длиной до 10 км) составляют свыше 94% общего числа, а их длина – около 58% суммарного протяжения всех рек района.

Густота речной сети относительно большая – в среднем около 0,5 км/км². В горных районах она достигает 1,0 км/км², по мере же перехода к плато и низменностям заметно уменьшается, в Центральноякутской низменности до 0,1 км/км².

Строение речных долин преимущественно асимметричное (реки Лена, Алдан, Вилюй). Водораздельные линии большей частью хорошо выражены, за исключением низменностей, где нередко они почти не прослеживаются.

Характерной чертой речной сети данной территории является ее глубокий врез. В горных районах на отдельных участках долины рек имеют глубину до 600–1000 м., на плато и возвышенных равнинах 150–300 м.

Речные долины на высокогорных участках имеют V-образную форму, глубокое и узкое дно, заполненное в значительной мере крупнообломочным

материалом. В условиях среднегорного рельефа и плато долины, часто в плане четко выражены и сужаются при пересечении реками твердых пород.

На равнинах и особенно, низменностях речные долины широкие, с пологими склонами и поймами. Небольшие реки низменностей (особенно приморских) представляют собой протоки, соединяющие соседние озера, и склоны их долин сливаются с прилегающей местностью. Большие и средние реки обычно протекают по хорошо разработанным долинам с многочисленными террасами, местами в скальных берегах, нередко обрывающихся в виде уступов и утесов высотой до 100–200 м, получивших название «столбы».

В верхнем течении эти реки большей частью имеют значительное падение, ниже оно постепенно уменьшается.

На рассматриваемой территории значительные различия в климате, в частности величине и преобладающем виде (снеговые или дождевые) осадков, рельефе местности и характере подстилающей поверхности имеют не только отдельные районы, но и входящие в них речные водосборы. С этими различиями связаны особенности питания и режима рек территории.

При общем для всех рек территории смешанном питании преобладание какого-либо его вида в пределах той или иной области и района различно.

Реки западной, относительно равнинной части и Центральнаякутской низменности имеют преобладающее снеговое питание. Реки горных районов южной части, кроме верховьев Лены и ее верхних притоков, а также северо-восточной части питаются преимущественно дождевыми водами.

Особенности водного режима рек, в общем, соответствуют характеру их питания. Годовой гидрограф рек в основном снегового питания отличается высоким половодьем (Восточно-Сибирский тип), а гидрограф рек, в основном дождевого питания, – большими летне-осенними паводками (Дальневосточный тип).

Доля подземных вод в питании рек, находящихся в условиях сплошной многолетней мерзлоты, обычно не превышает нескольких процентов (здесь

эти воды питают реки преимущественно в теплую часть года), а в питании рек, находящихся в условиях островной мерзлоты (верховья Лены) достигает 35–45% годового стока. Участие подземных вод в стоке рек увеличивается в районах активного проявления карста (средняя часть бассейна Лены) и широкого распространения мощных наледей (горные реки северо-востока).

Речной сток на рассматриваемой территории в основном проходит в теплую часть года (75–95%), причем на относительно равнинных реках западной ее части преимущественно в период весеннего половодья (до 70–90%), на горных же реках – во время летних паводков.

Половодье на реках обычно начинается в конце апреля – начале мая на юге, в конце мая – начале июня на севере, а заканчивается соответственно в первой половине июня и примерно в середине июля. Продолжительность его на большинстве рек чаще всего 35–50 дней.

Р е к а является главной водной магистралью Восточной Сибири. Длина ее 4400 км (до о. Столб у начала дельты), а площадь бассейна 2488 тыс. км².

По характеру течения р. Лену обычно делят на три крупных участка:

верхний – от истока до устья р. Витима (1690 км);

средний – от устья р. Витима до впадения р. Алдана (1400 км);

нижний – от устья р. Алдана до о. Столб (1310 км);

В пределах верхнего участка р. Лена протекает в узкой с крутыми или обрывистыми склонами долине, обладает значительным падением и изобилует перекатами; только ниже впадения р. Киренги появляются широкие спокойные плесы.

На среднем участке р. Лена становится полноводнее. Здесь на значительном протяжении река протекает по дну узкой долины, склоны которой в отдельных местах (Ленские столбы) отвесно обрываются к урезу воды (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Река Лена – Якутия, национальный парк «Ленские столбы».

Несколько выше устья р. Ботомы Лена постепенно выходит из области плато и вступает в Центральнаякутскую низменность. Ниже г. Якутска долина реки расширяется до 5–10 км и более, на ее склонах прослеживаются террасы.

В пределах нижнего участка долина р. Лены имеет ширину до 25–30 км и течет преимущественно в разветвленном русле. На протяжении от о. Жолдонга до дельты долина реки стеснена Хараулахскими горами, а русло ее сужается с 5 км у с. Жиганска до 2,0–2,5 км. Наиболее узкий участок находится в районе с. Кюсюр.

Дельта р. Лены по разным оценкам занимает площадь от 30000 до 45000 тыс. км². Здесь река дробится на многочисленные рукава, образуя 1614 островов. Наиболее крупными протоками дельты являются Трофимовская, в которую поступает основная масса Ленских вод, Быковская и Оленёкская.

Водность реки Лены велика – ее средний годовой расход у села Кюсюр равен 16600 м³/сек. Питание реки Лены смешанное снеговое и дождевое, с преобладанием первого, но не на всем ее протяжении.

В верхнем течении соотношение между сезонными долями стока сильно изменяется в зависимости от метеорологических условий года. Весенний сток (май–июнь) составляет 25–50%, летне–осенний (июль–октябрь) 30–60% его годовой величины. На зимнее полугодие приходится 10–25%.

В среднем течении, после впадения рек Витима и Олёкмы, питающихся преимущественно дождевыми водами, летне–осенний сток увеличивается, но в отдельные годы он и здесь может быть меньше весеннего. Доля стока за зимний период равна 9–11%, она меньше, чем на верхнем участке.

В нижнем течении основным является снеговое питание. Сток за май–июнь составляет обычно 50–70%, доля же стока за зимнее полугодие снижается до 6–7% его годового объема.

Замерзает р. Лена почти повсеместно во второй половине октября, а вскрывается в верхнем течении в начале мая, в нижнем – в конце мая – начале июня.

В период весеннего ледохода образуются мощные заторы льда, вызывающие большие подъемы уровня воды.

2.9.2 Озера

Озерные водоемы в пределах рассматриваемой территории распределены весьма неравномерно. Основная их масса сосредоточена на ряде обширных приморских и Центральнаякутской низменностях, а также на плоскогорьях с затрудненными условиями стока (Витимское плоскогорье).

Подавляющее большинство озер характеризуются малой площадью водного зеркала и глубиной. Озера преимущественно бессточные, но пресные. Некоторые озерные водоемы, например Кемпендяйские в бассейне р. Вилюя и Абалахские в бассейне р. Суола (приток р. Лены), содержат достаточно минерализованную воду.

Наибольшее широкое распространение в пределах территории

получила термокарстовые озера. Ими изобилуют равнины и низменности центральных и северных районов. Эти озера большей частью невелики по размерам и имеют округло-овальную форму. Берега озер, образовавшихся в суглинистых породах, преимущественно высокие и крутые, а образовавшихся в песчаных породах – низкие, заболоченные. Днища озерных чаш плоские, блюдцеобразные.

Карстовые озера встречаются в районе среднего течения р. Лены (г. Олёкминск) и р. Вилюя (с. Сунтар), а также в других районах. Для них характерна воронкообразная форма.

Озеро Муосаны (площадь 1,8 км²) в районе с. Сунтар является одним из глубочайших озёр Якутии (110 м).

Пойменные озера имеются на всей территории, но особенно их много в долинах (на поймах и террасах) рек Лены, Вилюя, Алдана. Образование таких озёр связано с отделением от реки проток (рукавов) и участков старого русла (стариц) либо с заполнением речной водой пониженных участков поймы. Пойменные озера чаще всего небольшие и имеют сильно вытянутую или подковообразную форму. Обычная глубина этих водоемов до 5–10 м. Их берега зарастают травянистой растительностью, нередко заболочены, дно илистое.

2.9.3 Болота

Болота (мари) и заболоченные земли занимают около 10% рассматриваемой территории, а в отдельных равнинных ее районах до 25–50%. Наиболее широко они распространены в пределах Центральноякутской низменности в средней части бассейна р. Лены и нижней части р. Вилюя, а также по нижнему течению р. Лены и в ее дельте.

Процесс торфообразования и торфонакопления на болотах в связи с наличием многолетней мерзлоты происходит медленно. Поэтому глубина болот небольшая, с малой мощностью торфа.

По основным признакам болота данной территории условно можно разделить на водораздельные и долинные. Водораздельные болота преимущественно верховые, встречаются на пониженных участках междуречий и у верховьев рек. Долинные болота преимущественно низинные, травяные, встречаются в большинстве случаев на расширенных участках речных долин, в частности Алдана, Вилюя, Лены.

3. КЛИМАТ

3.1 Общая характеристика климата

Климат рассматриваемой территории характеризуется резкой континентальностью, которая проявляется очень низкими зимними (до минус 50–65 °С) и высокими летними (до 20–36 °С) температурами воздуха. Разность температур самого холодного и самого теплого месяцев достигает мирового максимума и равна 45–65 °С. Наибольшие величины этих разностей свойственны долинам и котловинам, а распределение их по территории позволяет сделать вывод о возрастании континентальности с запада на восток. На морских побережьях климат мягче, так как моря несколько обогревают берега осенью и зимой и, наоборот, охлаждают в теплое время года.

Главными факторами, определяющими такое своеобразие климата, являются характер общей циркуляции воздушных масс и физико–географические условия территории – ее удаленность и отгороженность горными системами от Атлантического и Тихого океанов, открытость со стороны Северного Ледовитого океана, большая протяженность как с севера на юг, так и с запада на восток, сложность орографии.

В зимний период территорию охватывает мощный сибирский антициклон, начинающий образовываться в сентябре. В антициклоне происходит формирование континентального, очень холодного воздуха. Ясная и сухая погода способствует охлаждению земной поверхности и нижних слоев воздуха. Дальнейшему развитию антициклона, достигающего своего максимума в январе – феврале, способствуют вторжению арктических воздушных масс.

Особенно сильное радиационное выхолаживание происходит в долинах и котловинах, куда стекает холодный воздух и где зимние температуры достигают исключительно низких значений. В холодное время года сильно

развиты инверсии – повышения температуры воздуха с высотой, особенно мощные в горных районах.

При сильных морозах и затишье часто образуются морозные туманы.

При резко выраженном антициклональном режиме погоды зимой преобладает затишье, но на побережье наблюдается также и циклоническая деятельность, сопровождающаяся сильными ветрами и метелями.

Зима на большей части территории малоснежная. В зоне тундры снежный покров залегает неравномерно из-за сдувания его сильными ветрами. Незначительный снежный покров и исключительно низкие зимние температуры способствуют широкому распространению многолетней мерзлоты, достигающей большой мощности.

Лето хотя и короткое, но теплое, а иногда и жаркое, однако ночи обычно прохладные и почти по всей территории вероятны заморозки во все летние месяцы. На побережье и островах лето пасмурное и холодное, часто возникают туманы, число которых уменьшается по мере удаления от побережья. Во второй половине лета туманы образуются в долинах рек.

Переходные сезоны года кратковременны и характеризуются большими суточными амплитудами температур.

Продолжительность вегетационного периода возрастает с севера на юг. Осенью вторжение арктических воздушных масс обуславливает ранние заморозки, вначале редкие и слабые при довольно высокой температуре днем.

Арктические воздушные массы с малым влагосодержанием свободно проникают из Центральной Арктики в любое время года. Североатлантические теплые воздушные массы поступают сильно иссушенными, но с большим влагосодержанием, чем арктические массы, и обычно приносят циклоническую погоду, сопровождающуюся на севере сильными ветрами и продолжительными метелями.

Влажные и теплые тихоокеанские воздушные массы лишь изредка вторгаются в восточные и центральные районы, вызывая потепления со

снегопадом зимой и дождливую погоду летом. Проникновению этих масс препятствуют горные хребты, протянувшиеся вдоль восточной границы территории.

В общем, на рассматриваемой территории во все времена года господствует западный перенос воздушных масс, особенно интенсивный в теплую часть года (обычно с апреля по октябрь), когда теплые и влажные воздушные массы поступают с запада и юго-запада.

По преобладающему поступлению влагоносных воздушных масс, вызывающих значительные ливневые осадки, территория схематически может быть разделена на три района (рисунок 3.1).

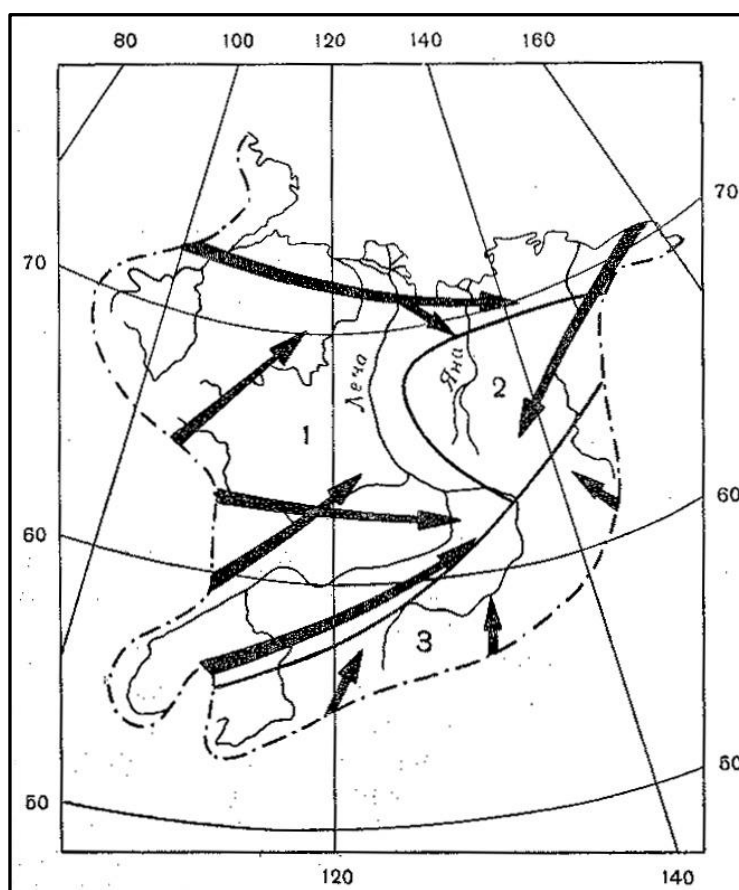


Рисунок 3.1 – Основные пути перемещения циклонов.

1. Относительно равнинная западная часть территории (водосборы рек Хатанги, Анабара, Оленёк и левобережных притоков Лены), на которую основные влагоносные воздушные массы поступают с запада. Эти же

воздушные массы оказывают существенное влияние на всю Приморскую низменность.

2. Горные районы северо-востока (водосборы рек Яна, Индигирки), в которые поступление влаги происходит преимущественно с северо-востока.

3. Горные районы южной части территории (верховья рек Витима и Алдана), в которые влага обычно поступает с юга.

Сфера влияния различных воздушных масс на величину стока рек не остаются постоянными даже в пределах одних и тех же районов. Смена воздушных масс или отклонение путей их перемещения сказывается на величине выпадающих осадков, следовательно, и величине водности рек, а также ее изменении по территории.

Наличие горных хребтов на пути перемещения влагоносных воздушных масс обуславливает повышенные осадки на наветренных склонах и увеличение здесь стока рек (западные склоны Верхоянского хребта, Становое нагорье).

3.2 Радиационный баланс

Радиационный баланс значительно изменяется по территории. Среднегодовые его величины увеличивается с севера на юг. Так, например, на побережье арктических морей радиационный баланс составляет 14 ккал/см^2 , в центральных районах Якутии – 29 ккал/см^2 , а на юге в верховьях рек Лена и Витима – $35 - 40 \text{ ккал/см}^2$. На Алданском нагорье в связи с большой повторяемостью пасмурного состояния неба баланс снижается до 27 ккал/см^2 .

На большей части территории, начиная с октября, радиационный баланс имеет отрицательные значения, и только в центральных районах Якутии и юго-западной части территории он в этом месяце еще положительный. Наибольшие отрицательные величины баланса наблюдаются в ноябре – декабре. В это время его изменение по территории

происходит в небольших пределах ($-0,5 - 2,2$ ккал/см²).

Продолжительность периода с отрицательным балансом составляет 6 – 7 месяцев. Переход радиационного баланса от отрицательного к положительному происходит в марте – апреле. Наибольшие значения баланса наблюдаются в основном в июне и по территории изменяется в пределах 7 – 9 ккал/см²

3.3 Температура почвы

Характерной чертой распределения температур почвы зимой является ее повышение с глубиной. Средняя месячная температура почвы на глубине 40 см на большей части территории бывает положительной с мая по октябрь, а в северных районах – только с июня по сентябрь. Самых низких значение до глубины примерно 1 м она достигает примерно в феврале. На глубине 1,6 м минимум температур почвы запаздывает и отмечается в марте, а на глубине примерно 6 м – только в июне – июле; здесь годовой ход температур почвы обратен годовому ходу температур воздуха.

Годовые амплитуды температур почвы быстро уменьшаются с глубиной, причем под оголенной поверхностью они больше, чем под естественным покровом. На больших глубинах годовой ход температур почвы не прослеживается.

Заболоченные и торфяно - болотные почвы в летний период отличаются более низкой температурой.

3.4 Влажность воздуха

Упругость водяного пара, содержащегося в воздухе, как и температура воздуха, наименьших значений достигает в январе, наибольших – в июле. Распределение ее по территории аналогично распределению температуры. В январе упругость водяного пара в Центральной Якутии и впадинах Яно-

Оймяконского нагорья составляет всего 0,1 мб, на побережье – 0,3 – 0,4 мб, а на юге увеличивается до 0,6 – 1,1 мб. В июле упругость водяного пара на побережье достигает 6,5 – 8,5 мб, а в центральных и южных районах 13 – 15 мб. В горах упругость водяного пара летом понижается с высотой, а зимой, наоборот, несколько увеличивается.

Относительная влажность воздуха в течение года меняется более значительно. Наиболее высокой она бывает зимой, наименьшей – в начале лета. Исключение составляет лишь прибрежные районы и острова, где годовой ход влажности достаточно выровнен (80 – 90 % во все месяцы).

Зимой относительная влажность изменяется, в сравнительно небольших пределах. Так, например, в январе – феврале она на большей части территории составляет 66 – 80%, а на побережье 85 – 90%.

С февраля начинается понижение относительной влажности воздуха, продолжающееся примерно до мая, но более интенсивно на большей части территории оно происходит от марта к апрелю.

Наименьших значений относительная влажность достигает в мае – июне и изменяется по территории от 60 – 75% в тундровой зоне до 35 – 45% на юге.

3.5 Снежный покров

На большей части территории снежный покров залегает в течение 220 – 250 дней в году, т.е. 7 – 8 месяцев. На побережье и в высоких горных районах снежный покров держится до 260 – 280 дней. Здесь он появляется в начале сентября и даже в конце августа, а исчезает в середине и конце июня.

Первый снег под влиянием последующих оттепелей обычно сходит, и устойчивый снежный покров образуется примерно через 8 – 15 дней после этого.

На севере территории снежный покров устанавливается в третьей декаде сентября, а на юге – даже в начале первой декады ноября.

Высота снежного покрова вследствие антициклонического режима погоды сравнительно невелика. В тундровой зоне и на Яно-Оймяконском плоскогорье она составляет 25 – 30 см, увеличивается в бассейне Верхнего Алдана (более 50 см) и в верховьях Лены и уменьшается в Забайкалье, в верховьях Витима (менее 20 см).

С открытых горных мест снег обычно сдувается, вследствие чего происходит его перераспределение и на защищенных от ветра участках высота снега несколько больше, чем на открытых. Эта разница составляет 5 – 12 см и лишь в районах с сильными ветрами достигает 10 – 20 см.

Разрушение устойчивого снежного покрова на юге территории начинается с апреля и заканчивается в середине июня на побережье и в высокогорных районах.

Характерной особенностью местного снежного покрова является небольшая его плотность. Снег выпадает очень сухой и мало уплотняется в течение зимы. К началу снеготаяния его плотность обычно не превышает 0,16 – 0,18, в тундровой зоне составляет 0,20 – 0,25, на побережье 0,26 – 0,31; здесь сильными ветрами снег сдувается и образуется снежные валы.

Наибольший запас воды в снеге на большей части территории отмечается примерно в первой–второй декаде апреля, на юге – в середине марта, на севере и в высокогорных районах – лишь в конце апреля.

Величина его составляет преимущественно 50 – 90 мм на юго–западе (Верхняя Лена), на Алданском нагорье и в долине Нижней Лены достигает 110 – 170 мм, в Забайкалье и на Яно-Оймяконском плоскогорье она наименьшая, до 40 мм.

Запасы воды в снеге значительно изменяются от года к году, что в значительной степени определяет различную водность рек в период половодья.

3.6 Температура воздуха

Характерной особенностью климата рассматриваемого района является его резкая континентальность, проявляющаяся в исключительно больших месячных и годовых амплитудах температуры воздуха.

Наибольшие амплитуды температуры воздуха отмечается в Оймяконской и Верхоянской впадинах и в Центральной Якутии, где они превышают 60° по средним месячным и 100° по абсолютным значениям. В горах и северных районах амплитуды уменьшаются, но в долинах рек заметно их увеличение. В горах меньшие амплитуды определяются низкими летними температурами и более высокими вследствие инверсий температурами зимой. На побережье уменьшение амплитуд обусловливается сравнительно низкой здесь температурой летом. Зимой разность температур в континентальных и прибрежных районах значительно меньше, так как в это время согревающее влияние моря невелико.

Средняя многолетняя годовая температура воздуха по всей территории ниже нуля и изменяется от -4° на юге до -16° в межгорных впадинах северо-востока.

На большей части территории к северу от р. Виллюя устойчивые морозы начинаются в первой, а к югу от него – во второй декаде октября, в горных хребтах северо-востока они наступают раньше – в третьей декаде сентября.

Зимы исключительно суровы. Область наиболее низких зимних температур охватывает Яно-Оймяконское плоскогорье с полюсом холода, район Центральной Якутии и низовья Лены. Здесь обычны зимние температуры около -50° .

Наиболее низкие значения температура воздуха достигает в январе. На большей части территории средняя месячная температура января -35° – -40° , только по побережью и на юге -25° – -35° . Самые низкие температуры наблюдаются при штилях на северо-востоке – в Оймяконе, Верхоянске, Нере (-50°). Абсолютные минимумы достигают здесь рекордных значений для Северного полушария: -71° в Оймяконе и -68° в Верхоянске, – благодаря

расположению их в обширных котловинах, окруженных кольцом гор, что способствует скоплению холодного воздуха при господстве штилей.

Температуры ниже -65° могут наблюдаться в долинах многих рек – Оленёк, Мархи, Алдана, Амги.

На большей части континентальных районов температура февраля на $5-7^{\circ}$ выше январской и лишь на побережье температуры января и февраля близки. Повышение температуры от февраля к марту значительно. Наибольшее повышение температур в годовом ходе происходит от марта к апрелю.

В последнем из этих месяцев инверсионные явления, ярко выраженные в течение зимы, уже не имеют места.

В отдельные дни температура в апреле на большей части территории может понижаться до $-35-40^{\circ}$, а в Верхоянске и Оймяконе – до $-54-57^{\circ}$. В особо теплые годы в Центральной Якутии температура в отдельные дни апреля может понижаться до 20° .

Средняя месячная температура апреля в южной и центральной частях территории колеблется в пределах $-2-8^{\circ}$, к побережью понижается до -22° .

В е с на большей части территории наступает в первой декаде мая, а в южных районах – в конце апреля. С продвижением на север наступление весны запаздывает, и переход температуры через 0° в северных районах происходит в первой декаде июня, а на горных хребтах северо-востока – еще позднее.

Даты разрушения устойчивого снежного покрова почти по всей территории совпадают со временем перехода средней суточной температуры воздуха через 0° .

В весенний сезон наряду с частыми ночными заморозками наблюдается очень интенсивное повышение температуры в дневные часы, и развитие весенних процессов происходит весьма быстро.

Благодаря большому контрасту дневных и ночных температур суточные амплитуды весной достигают больших величин, особенно в

Центральной Якутии.

Лето обычно начинается с конца мая на юге и с середины июня на севере. Самым жарким месяцем на всей территории обычно является июль. Средние месячные температуры в южных и центральных районах достигают 17–19°, в северных и горных районах происходит понижение температуры до 10–12°, а на островах до 2–4°.

В отдельные годы температура может повышаться до очень высоких значений – на большей части территории до 34–38°. Однако, несмотря на то, что летом почти повсеместно, за исключением прибрежных и горных районов, преобладают жаркие дни, иногда при значительных похолоданиях бывают заморозки даже в июле.

Суммы температур воздуха за период со средней суточной температурой выше 5° изменяются от 0–300° на побережье морей до 1600–1800° в центральных и южных районах.

Осень наступает в конце августа, по долинам рек – в первых числах сентября, а на севере – в первой декаде августа. В сентябре средняя месячная температура положительная, и только в горах северо-востока и на побережье она имеет отрицательные значения. В начале осени температура днем высокая, а ночью низкая (может понижаться до 10–12°).

3.7 Осадки

Режим осадков на рассматриваемой территории определяется условиями атмосферной циркуляции, географическим положением и характером рельефа.

Благодаря резко выраженному антициклоническому режиму зима почти на всей территории сухая и малоснежная. Летом в результате развития циклонической деятельности выпадает наибольшее количество осадков за год.

Годовое количество осадков по территории изменяется от 200 – 250 мм

на побережье и в замкнутой Верхоянской впадине до 1000 мм в горах юга.

Большое количество осадков выпадает на западных склонах Верхоянского хребта и хребта Сунтар-Хаята.

В Центральнаякутской низменности выпадает 250 – 300 мм. Такое количество осадков приводит к частичному остепнению местности.

В отдельные годы количество атмосферных осадков может значительно отклоняться от среднего многолетнего их значения. Так, например, для Якутска средняя годовая сумма осадков за период с 1891 по 1965 г. составила 247 мм при изменении осадков в отдельные годы от 104 до 333 мм.

Осадки выпадают в основном в теплый период года. Сумма осадков за холодный период составляет 35 – 45 мм. Особенно мало осадков в это время выпадает в Верхоянской и Оймяконской котловинах (около 30 мм и меньше). В Верхоянске в среднем в каждый из пяти зимних месяцев количество осадков не превышает 5 мм. В некоторые зимние месяцы осадки в Центральной Якутии могут отсутствовать, особенно в конце зимы и в начале весны (марте).

Значительно большими осадками отличаются горные хребты юга и северо-востока. Здесь в течение холодного периода выпадает более 75 мм осадков.

Отношение количества осадков теплого периода к общей сумме осадков по всей территории превышает 70%, весной осадков выпадает меньше, чем осенью.

Влияние наветренного склона часто распространяется и на прилегающую к нему местность, и тогда увеличение осадков начинается еще до отчетливого подъема местности. С подветренной стороны гор отмечается уменьшение осадков. Так, например, на метеостанции Западная (890 м над уровнем моря), расположенной на западном склоне Верхоянского хребта, за теплый период выпадает 470 мм осадков, а на метеостанции Восточная (1380 м над уровнем моря), расположенный на восточном склоне этого же хребта,

выпадает только 258 мм.

Наибольшее и примерно одинаковое количество осадков выпадает в июле и августе.

В отдельные годы средние месячные количества осадков значительно отклоняются от нормы. Например, в г. Якутске месячные суммы осадков в июне, июле и августе в некоторые годы могут превышать 100 мм, но могут быть и ничтожно малыми.

Местами, например в Верхоянской впадине, в любой месяц года осадки могут отсутствовать.

Наибольшее число дней с осадками отмечается в зимний период, наиболее редко осадки выпадают весной – в марте, апреле.

В холодный период более 50% всего числа дней с осадками составляют дни с очень малым их количеством. В теплый период дни с малыми осадками изменяются от 20% на юге территории до 40 – 50% на севере.

Число дней с осадками 0,1 мм и больше изменяется от 170 – 190 на юге в верховьях Лены и на побережье до 90 – 110 в Забайкалье и на Яно-Оймяконском плоскогорье.

Число дней с осадками 10 мм и больше невелико и изменяется от 2 в тундровой зоне до 10 – 13 на Алданском нагорье.

Наибольшее суточное количество осадков наблюдается в летние месяцы, чаще всего в августе. Иногда осадки бывают грозовыми, кратковременными и довольно интенсивными. Наибольших значений суточный максимум осадков достигает в верховье р. Алдана, в среднем течении рек Вилюя и Лены (Эльгяй, Ленск), а также на юго-восточных склонах хребта Удокан. Здесь суточные максимумы осадков могут превышать 100 мм.

3.8 Сведения о метеорологических станциях

Для более детального анализа климата рассматриваемой территории

были использованы данные по 5 метеорологическим станциям (МС). Координаты и названия МС даны в таблице 3.1. Схема расположения МС представлена на рисунке 3.2.

Таблица 3.1 – Координаты метеорологических станций

№	Метеостанция	Широта	Долгота	Высота, м
1	Тикси	71°38'12" с. ш.	128°52'04" в.д.	71
2	Жиганск	66°46'55" с. ш.	123°22'05" в.д.	71
3	Якутск	62°01'38" с. ш.	129°43'55" в.д.	126
4	Ленск	60°44'31" с. ш.	114°56'40" в.д.	197
5	Витим	59°26'35" с.ш.	112°34'11" в.д.	195

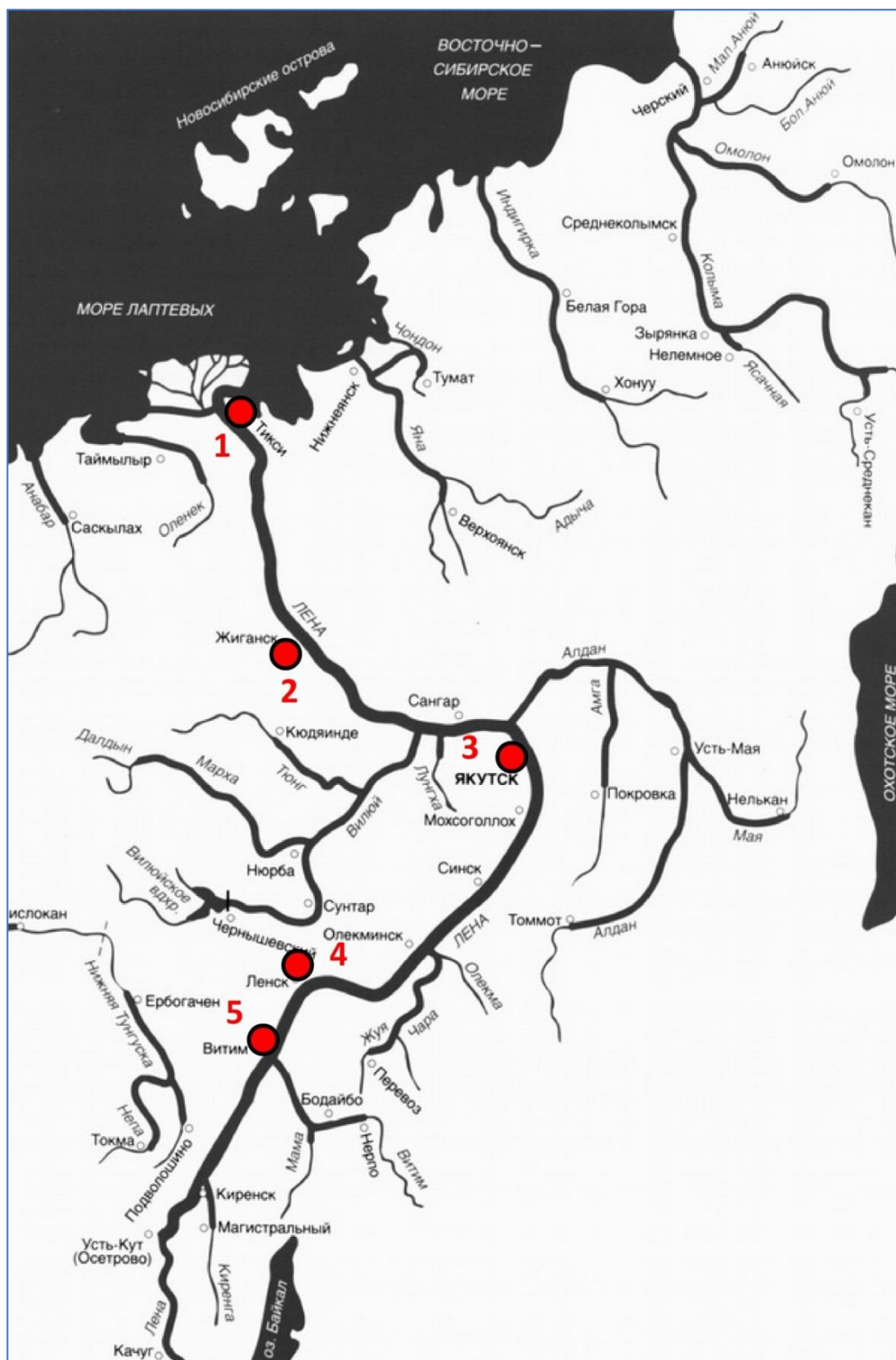


Рисунок 3.2 – Схема расположение метеостанций.

3.9 Анализ изменения климата в бассейне реки Лены

Внутригодовое изменение температуры воздуха и осадков на исследуемой территории представлены на рисунках 3.3, 3.4.

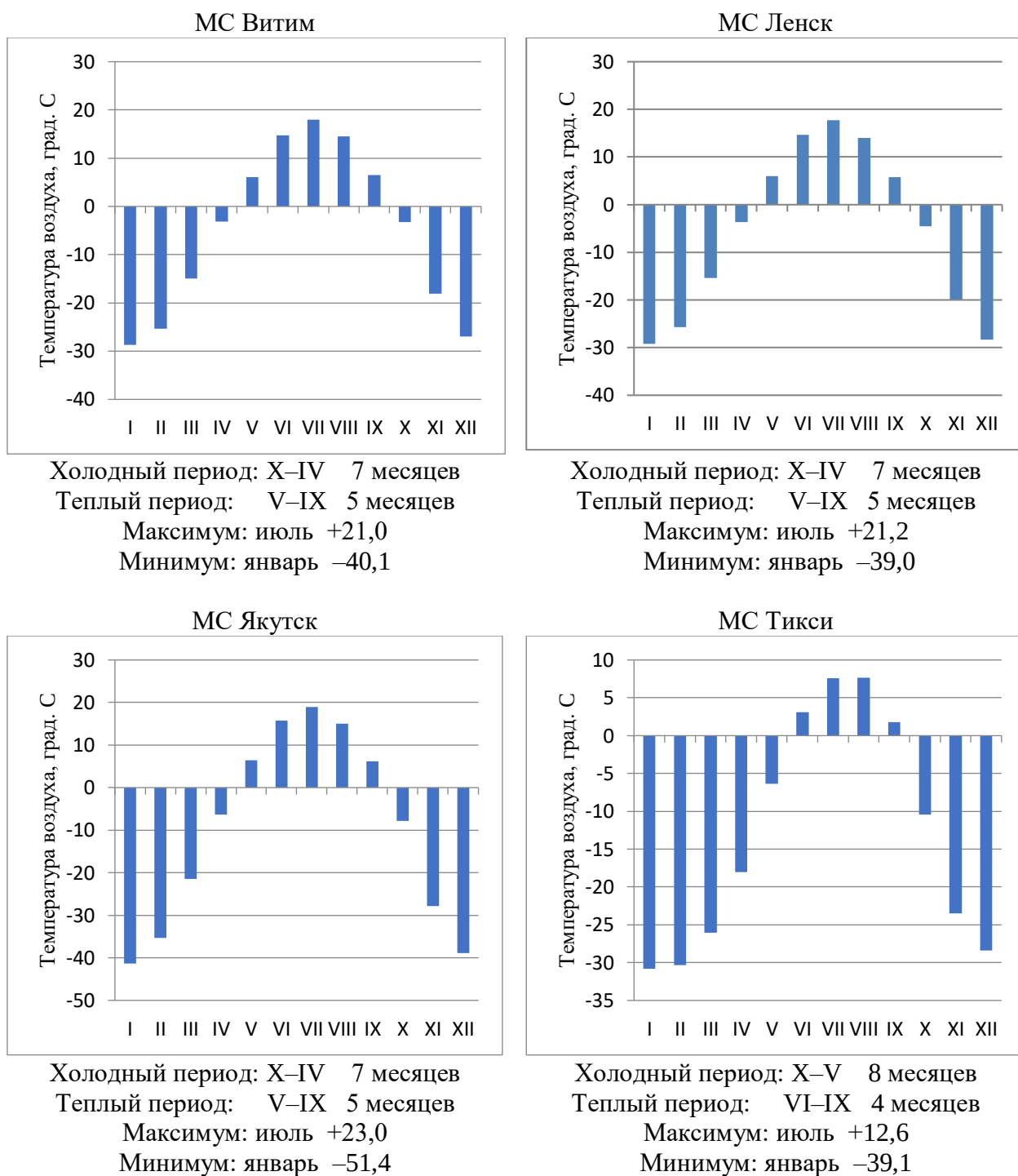


Рисунок 3.3 – Средние многолетние месячные температуры воздуха.

Холодный период на реке Лена продолжается 7 месяцев (с октября по апрель), за исключением станции Тикси, где продолжительность холодного периода 8 месяцев. Минимальная температура воздуха на всех станциях наблюдается в январе и составляет -39° -40° , за исключением станции

Якутск $-51,4^{\circ}$. Максимальная температура воздуха наблюдается в июле. В верхнем и среднем течении составляет $+21^{\circ} +23^{\circ}$, в нижнем течении она составляет $+12^{\circ} +13^{\circ}$.

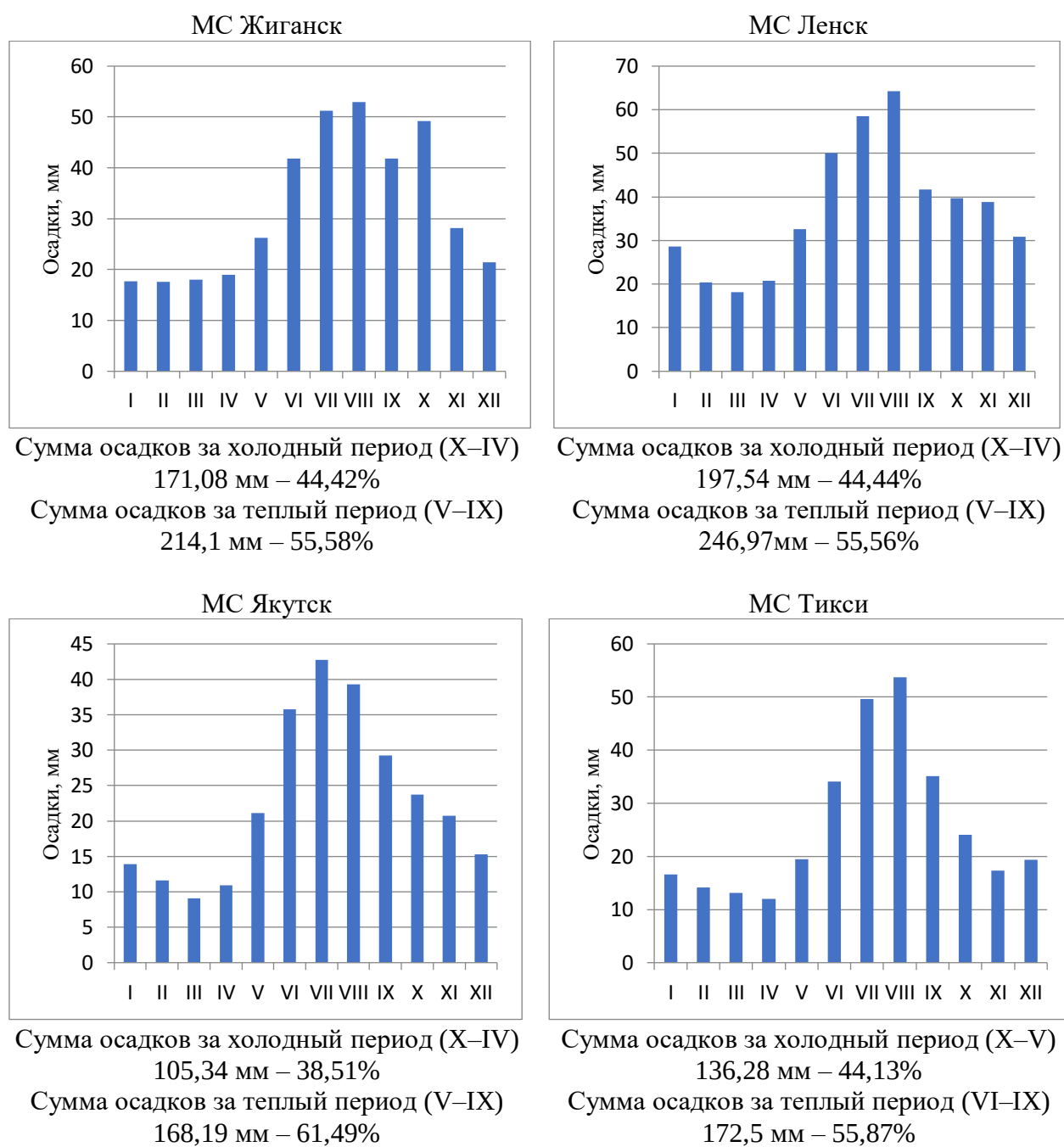


Рисунок 3.4 – Средние многолетние месячные суммы осадков.

Наибольшее годовое количество осадков (444,5 мм в год) отмечается в среднем течении – станция Ленск, наименьшая сумма осадков на станции Якутск – 273,5 мм в год. На холодный период приходится 44 %, на теплый 56% от годовой суммы.

Для оценки изменения климата в бассейне реки Лены строились хронологические графики среднегодовых температур воздуха и годовых сумм осадков (приложения В, Г), и выполнялась оценка значимости линейных трендов. Тренд считался незначимым, если выполнялось условие:

$$\frac{|R|}{R} \leq t_2, \quad (3.1)$$

где R – коэффициент корреляции для зависимости метеорологической характеристики от времени; R – его стандартная ошибка, определяемая по формуле:

$$R = \sqrt{\frac{1 - R^2}{n - 2}}. \quad (3.2)$$

Результаты проверки рядов метеорологических характеристик на значимость тренда представлены в таблицах 3.2, 3.3.

Таблица 3.2 – Результаты проверки рядов среднегодовых температур воздуха на значимость тренда

№	Метеорологическая станция	n	R^2	R	R	R / R	$t_{2\alpha}$	$H_0: R = 0$
1	Тикси	87	0,035	0,19	0,11	1,76	1,99	Не опроверг
2	Жиганск	83	0,015	0,12	0,11	1,11	1,99	Не опроверг
3	Якутск	131	0,335	0,58	0,07	8,06	1,98	опроверг
4	Ленск	80	0,193	0,44	0,10	4,32	1,99	опроверг
5	Витим	87	0,184	0,43	0,098	4,4	1,99	опроверг

Таблица 3.3 – Результаты проверки рядов годовых сумм осадков на значимость тренда

№	Метеорологическая станция	n	R^2	R	R	R / R	$t_{2\alpha}$	$H_0: R = 0$
1	Тикси	74	0,01	0,10	0,12	0,85	1,99	Не опроверг
2	Жиганск	74	0,17	0,41	0,11	3,84	1,99	опроверг
3	Якутск	78	0,09	0,3	0,11	2,74	1,99	опроверг
4	Ленск	73	0,12	0,35	0,11	3,11	1,99	опроверг

Среднегодовые температуры воздуха в верхнем и среднем течении имеют значимый тренд на повышение. Годовые суммы осадков также имеют тренд на повышение. За последние 30 лет осадки увеличились в среднем на

60–70 мм.

4. ОСОБЕННОСТИ УРОВЕННОГО РЕЖИМА РЕКИ ЛЕНЫ

4.1 Исходные данные

Исходные данные для анализа уровня режима реки Лены были получены из справочников [1,2], гидрологических ежегодников [1,2] и автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [1,2].

В общей сложности были использованы данные по 36 постам. Список постов представлен в Приложении А.

В Приложении Б приведены средние, максимальные и минимальные уровни воды на гидрологических постах реки Лены за 2008–2019 гг., полученные из базы данных АИС ГМВО.

4.2 Изменение формы гидрографа по длине реки Лены

Учитывая большую протяженность реки Лены, она была разбита на 7 участков. Схема разбивки на участки показана на рисунке 4.1.

Для каждого участка были выбраны 1–3 гидрометрических поста (таблица 4.1), по которым были построены гидрографы для среднего по водности года (2008 г.). Расположение постов на участках и гидрографы представлены на рисунках 4.1–4.15.

Таблица 4.1 – Список постов на характерных участках

№ участка	Наименование поста	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, кв.км.	открыт
1	Лена – Качуг	3968	17400	25.05.1911
	Лена – Жигалово	3803	30400	26.05.1911
	Лена – Усть-Кут	3468	58900	20.08.1973
2	Лена – Макарово	3237	90200	07.10.1969
	Лена – Киренск	3154	92200	13.04.1897
3	Лена – Пеледуй	2693	425000	07.08.1935
	Лена – Ленск	2508	450000	01.10.1932
4	Лена – Олёкминск	2103	560000	13.04.1899
	Лена – Саняхтат	1885	812000	14.08.1948
5	Лена – Покровск	1574	892000	12.09.1926
	Лена – Якутск	1491	904000	13.04.1899
6	Лена – Сангар	1177	1680000	01.08.1933
	Лена – Жиганск	754	2260000	17.07.1935
7	Лена – Кюсюр	211	2430000	22.10.1934

По классификации Б. Д. Зайкова река Лена относится к рекам Восточно-Сибирского типа. Этот тип характеризуется высоким весенним половодьем, наличием летне-осенних паводков и низкой зимней меженью. Однако гидрографы Лены в верхнем, среднем и нижнем течении имеют существенные различия.

В верхнем течении Лены весеннее половодье начинается в конце апреля – начале мая. На спад половодья, как правило, накладываются дождевые паводки, поэтому гидрограф имеет пилообразный характер. Максимум – смешанного происхождения наблюдается в мае–июне (рисунок 4.3).

В районе Киренска река становится более многоводной. Гидрограф имеет более плавные очертания. Максимум обычно наблюдается в июне (рисунок 4.5б).

В среднем течении, ниже впадения реки Витим гидрограф, как правило, многомодальный. Первый пик наблюдается в период весеннего половодья, еще несколько пиков – в летне-осенний период. Максимум проходит в июне (рисунок 4.7).

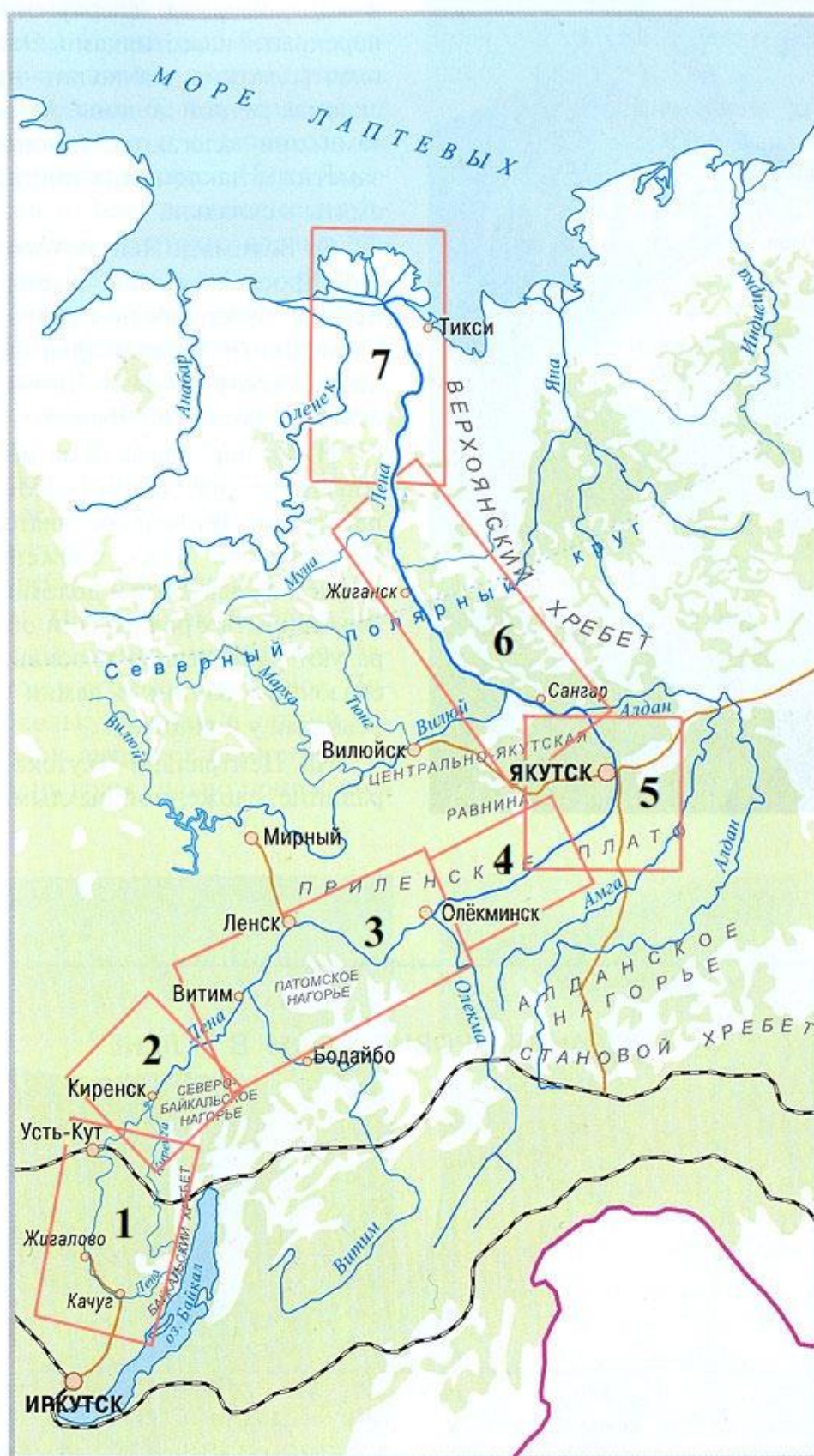


Рисунок 4.1 – Разбивка реки Лены на участки.

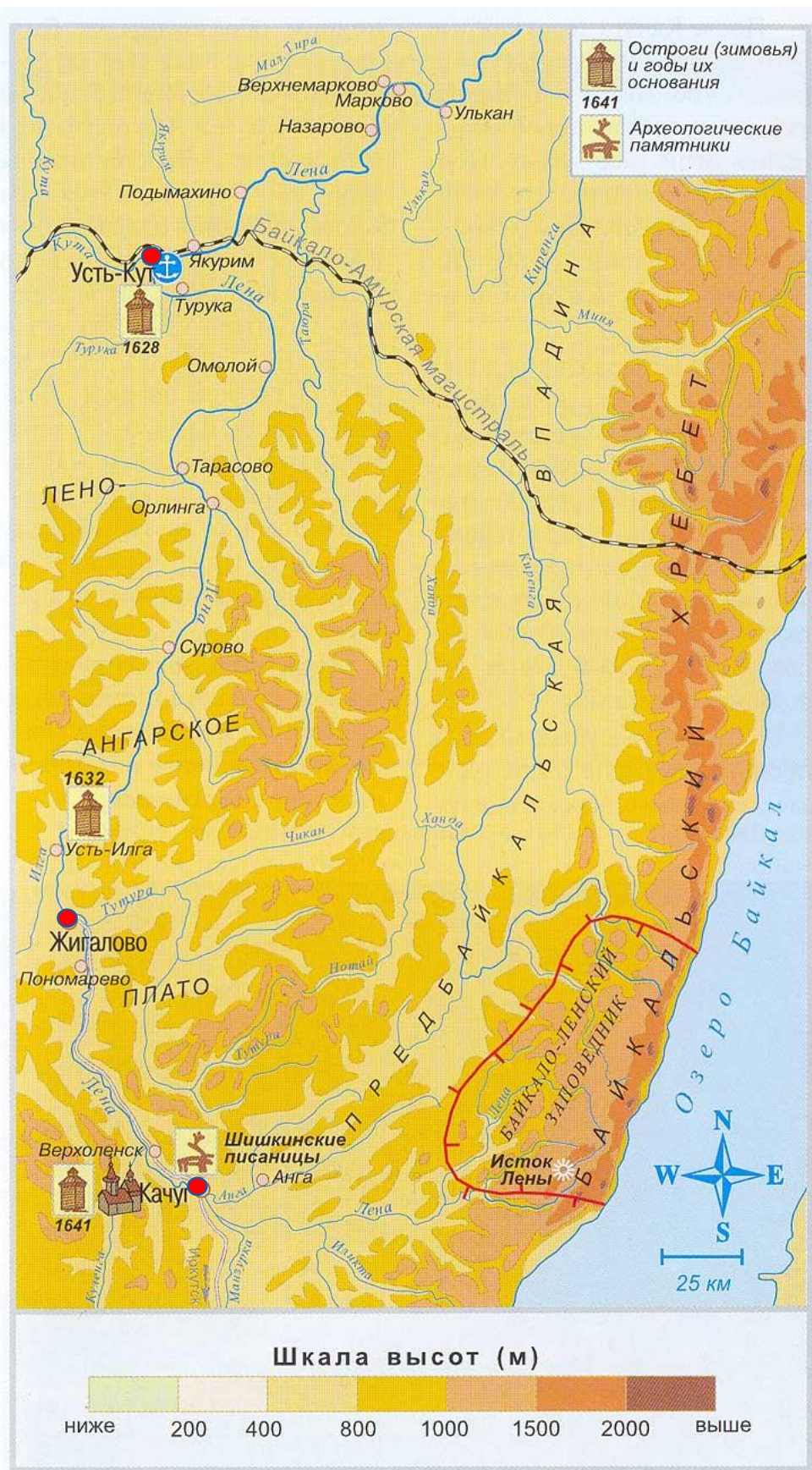


Рисунок 4.2 – Схема расположения гидрометрических постов на участке №1.

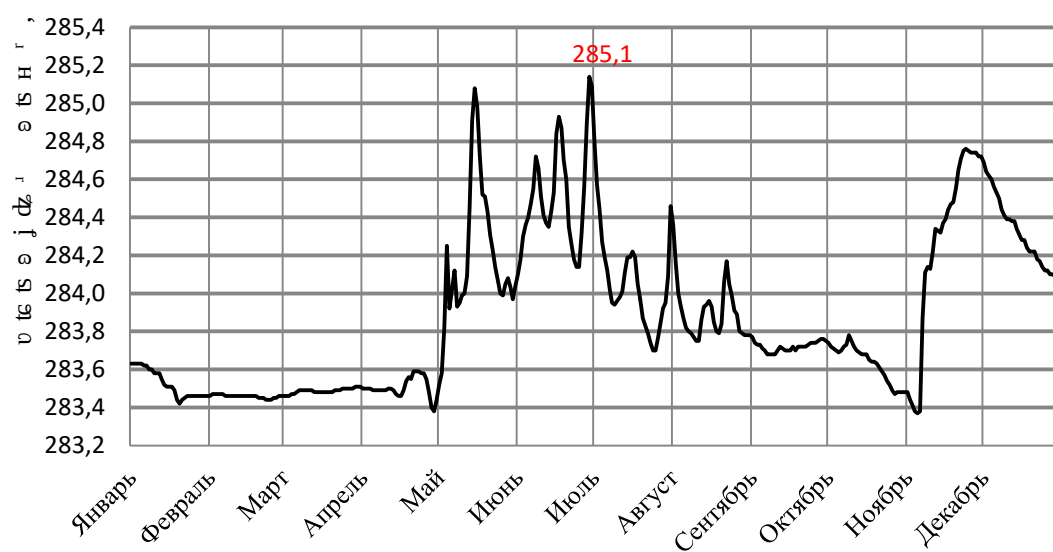
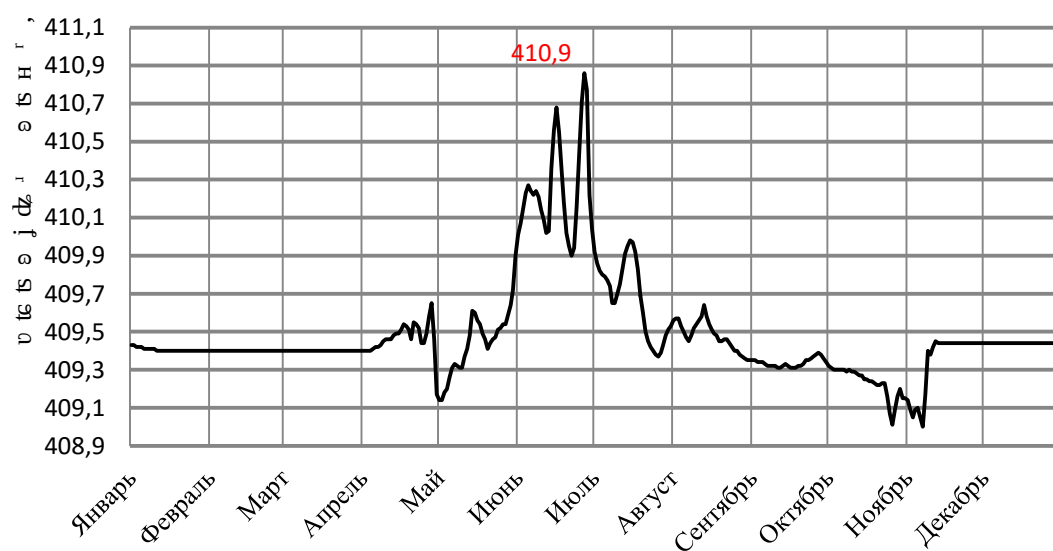
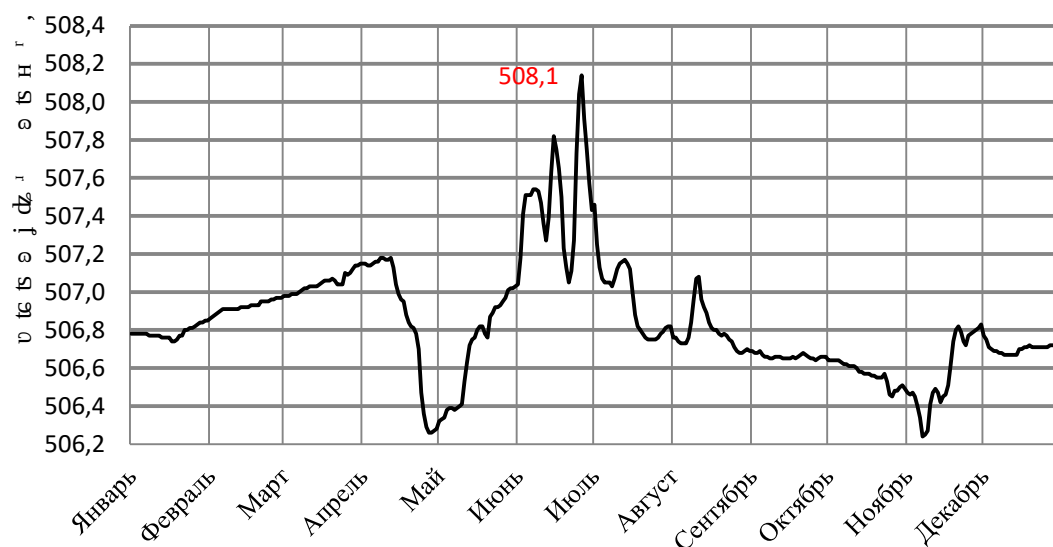


Рисунок 4.3 – Гидрографы за 2008 год на постах первого участка (Качуг, Жигалово, Усть-Кут).

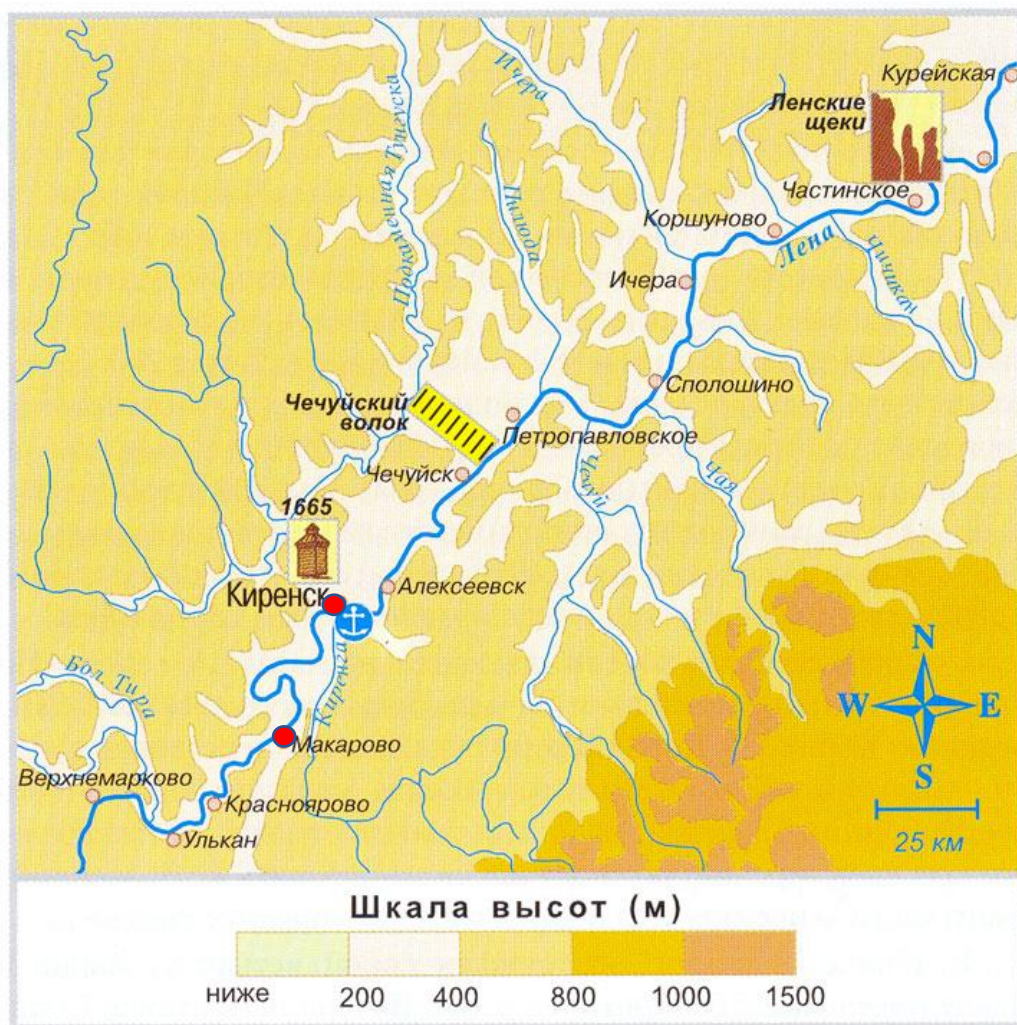


Рисунок 4.4 – Схема расположения гидрометрических постов на участке №2.

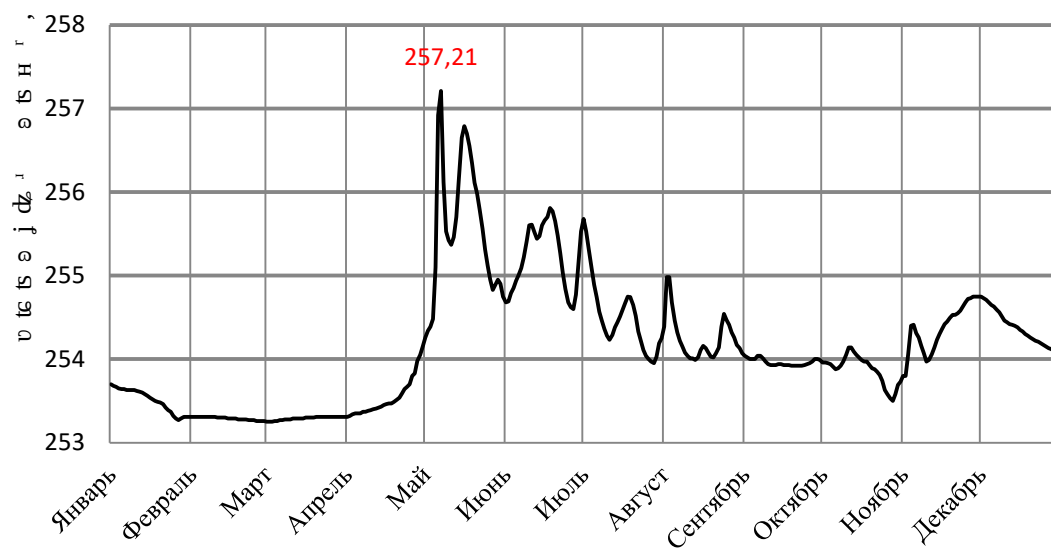


Рисунок 4.5(а) – Гидрографы за 2008 год на постах второго участка (Макарово).

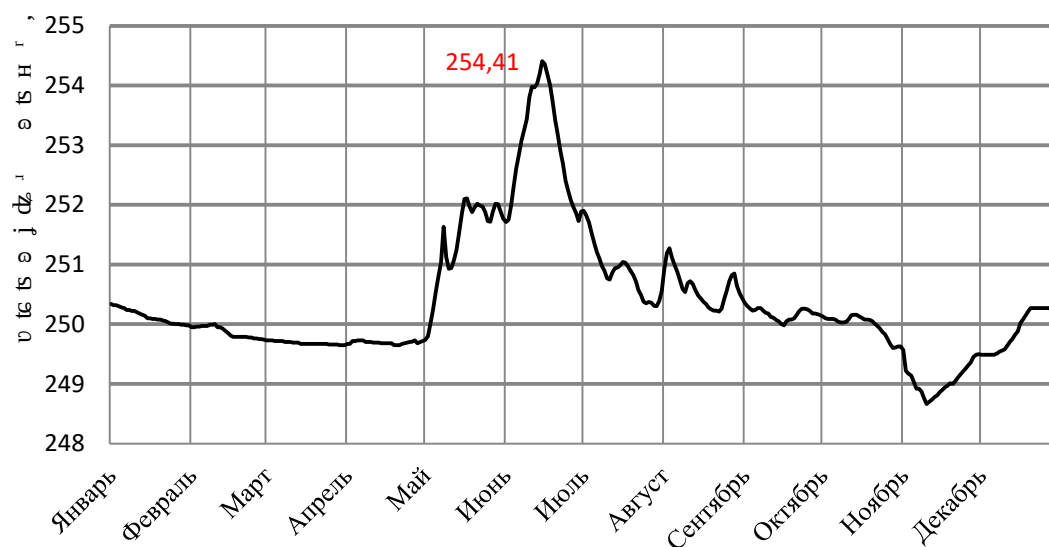


Рисунок 4.5(б) – Гидрографы за 2008 год на постах второго участка (Киренск).

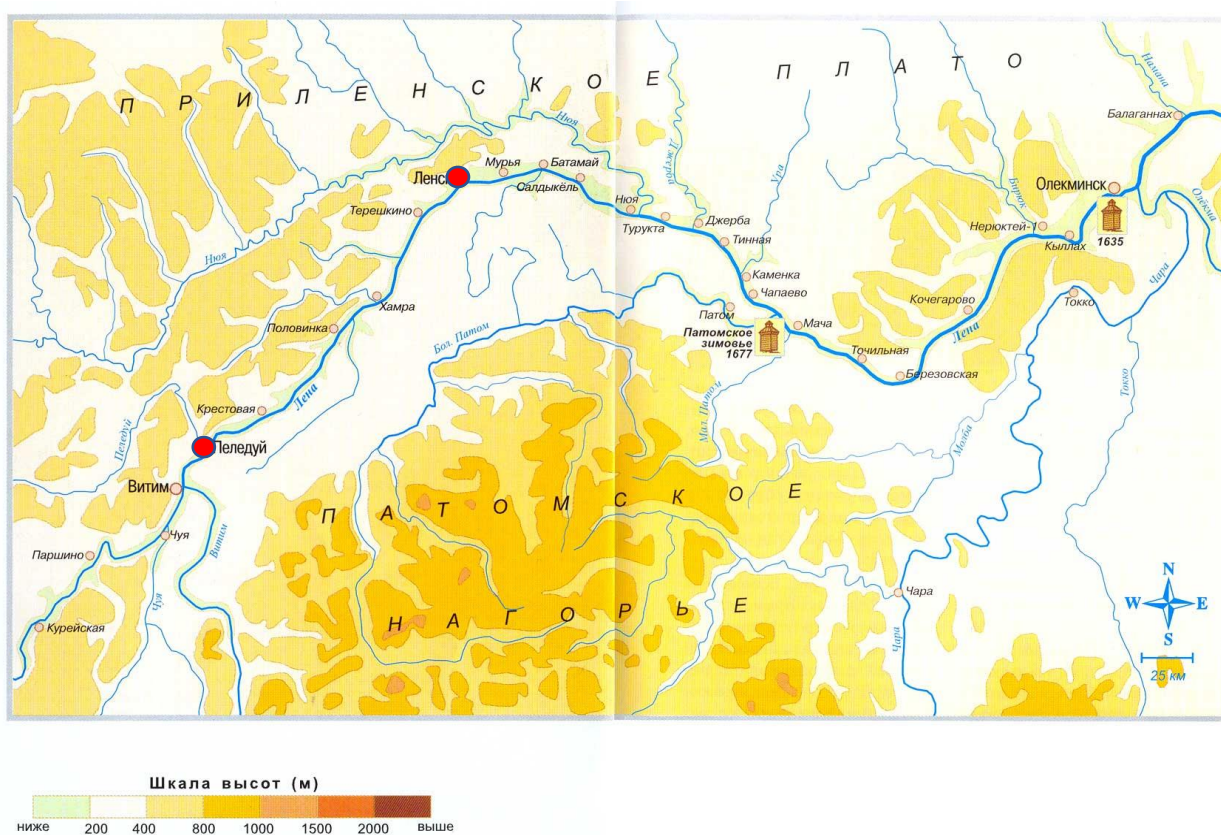


Рисунок 4.6 – Схема расположения гидрометрических постов на участке №3.

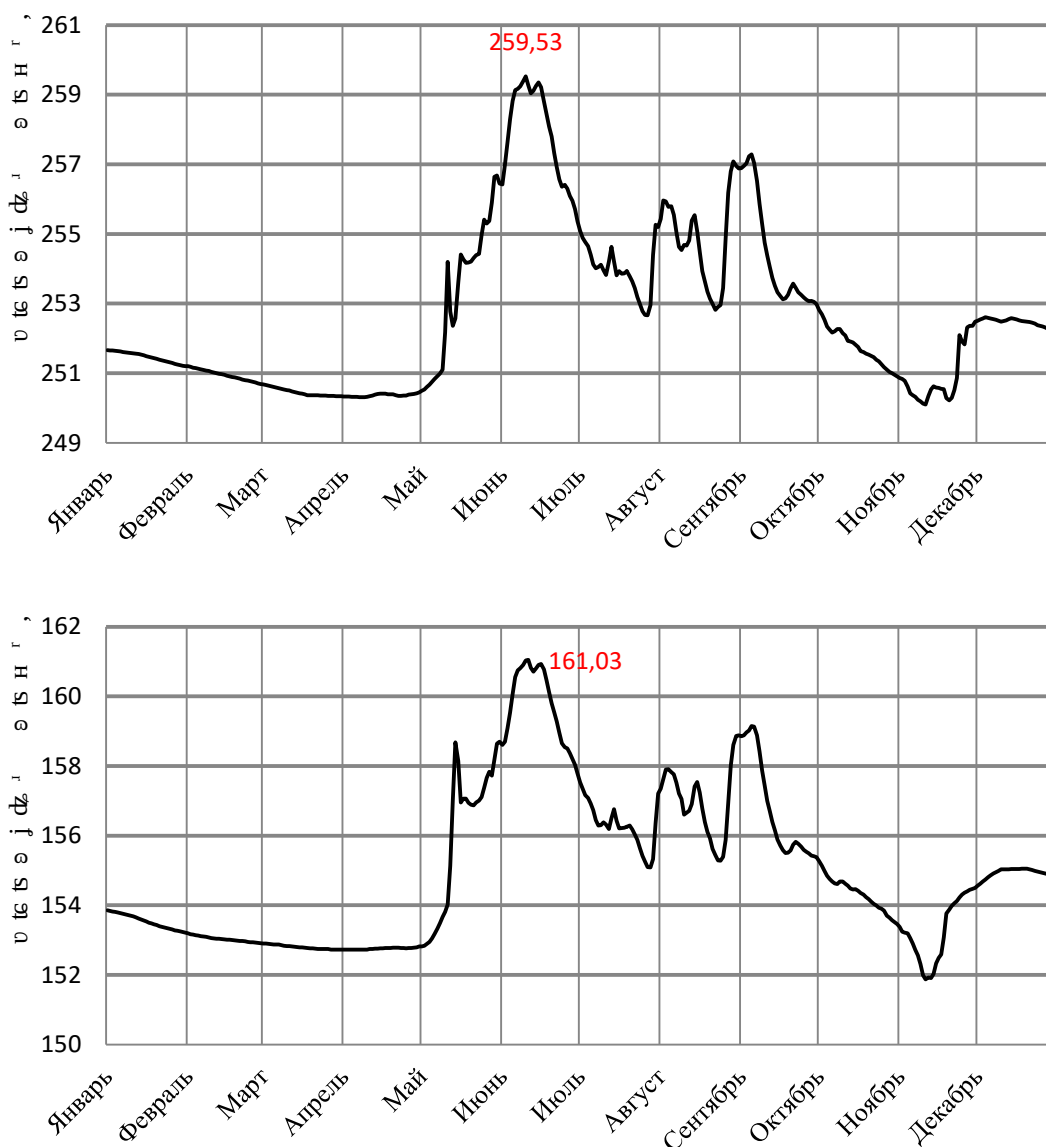


Рисунок 4.7 – Гидрографы за 2008 год на постах третьего участка (Пеледуй, Ленск).

Ниже впадения реки Олекмы гидрограф, хотя и сохраняет изрезанность, уже имеет два хорошо выраженных пика. Первый пик приходится на весеннее половодье, второй формируется осенними дождями. Такую форму гидрограф сохраняет на всем участке от Олёкминска до впадения реки Алдан. На этом участке дождевые максимумы в отдельные годы могут превосходить максимумы весеннего половодья (рисунки 4.9, 4.11).

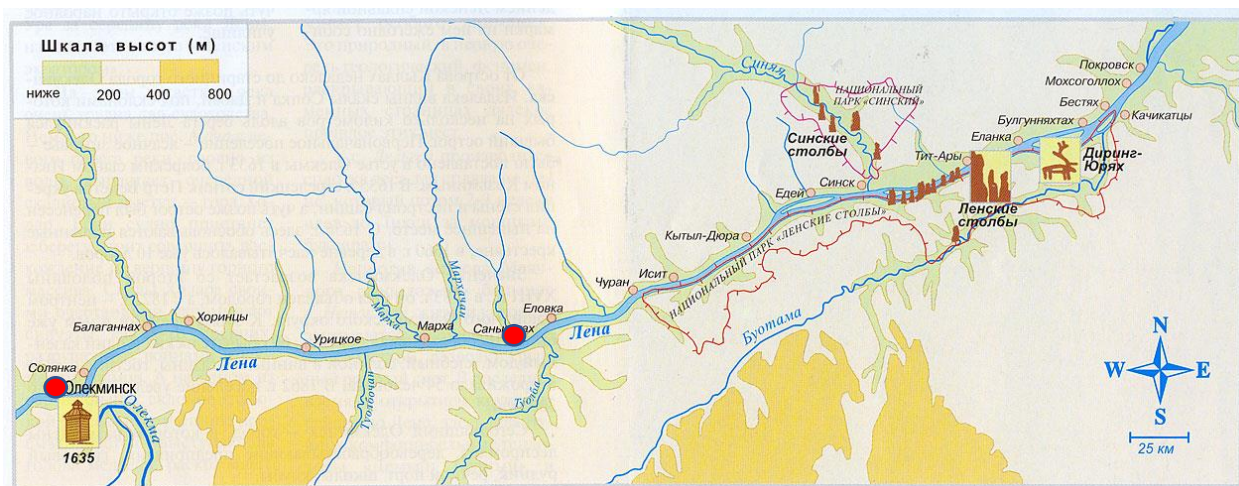


Рисунок 4.8 – Схема расположения гидрометрических постов на участке №4.

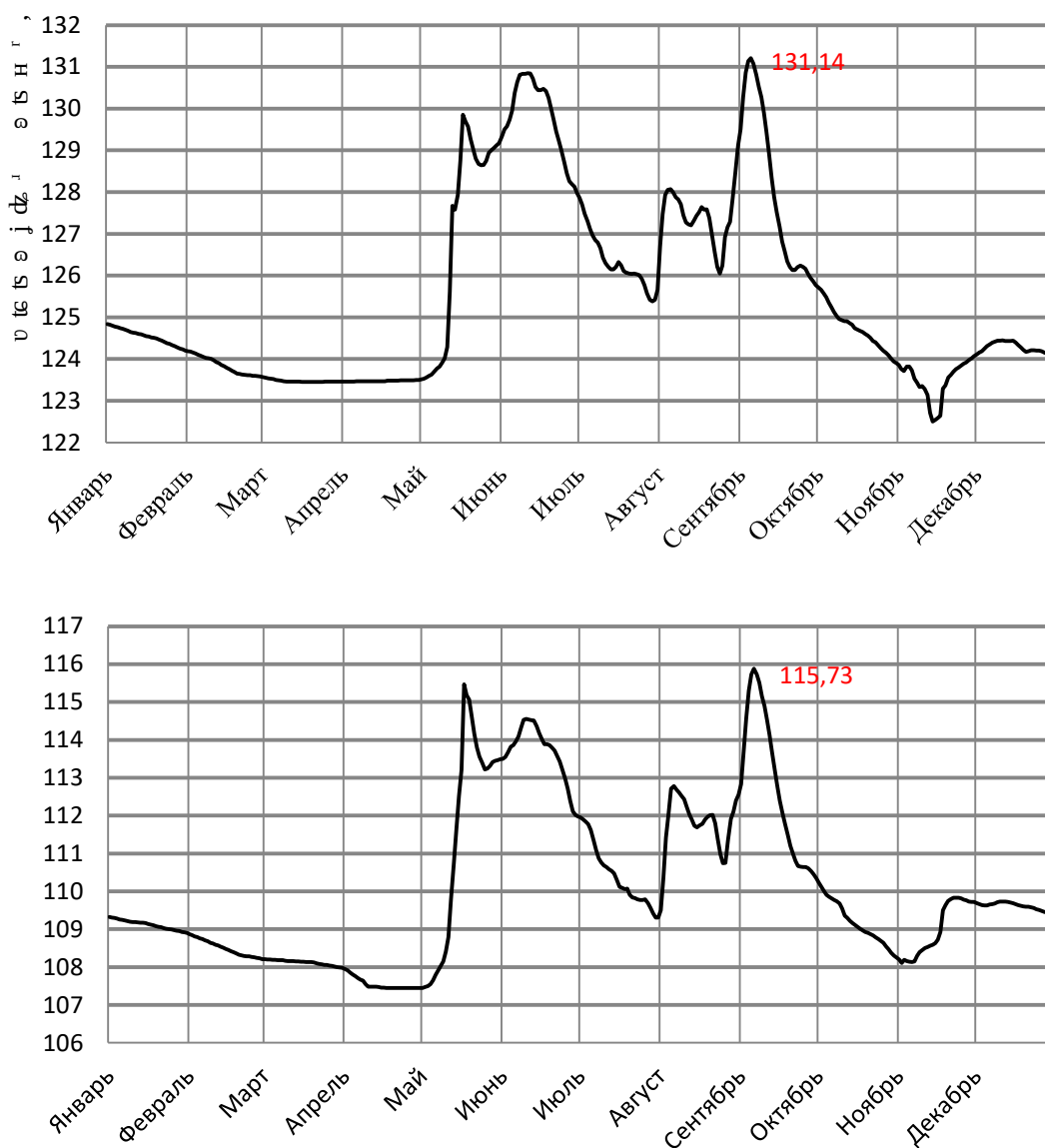


Рисунок 4.9 – Гидрографы за 2008 год на постах четвертого участка (Олёкминск, Саныяхтат)

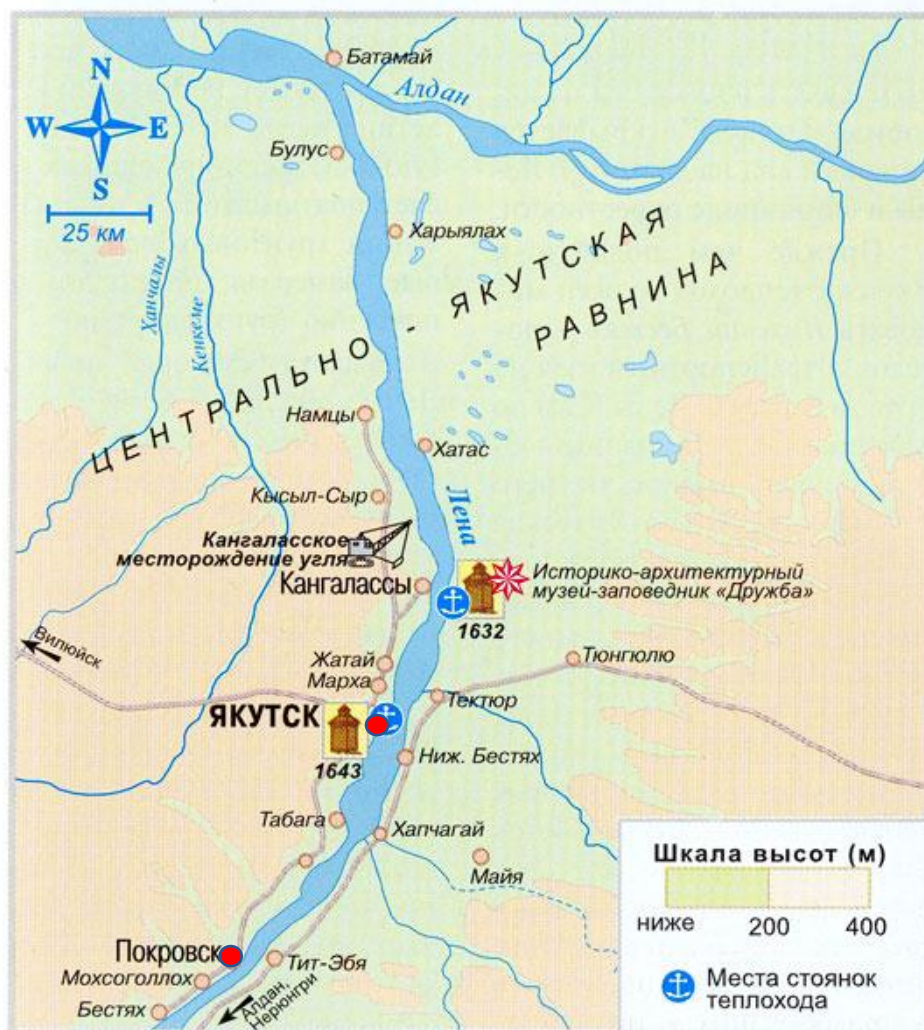


Рисунок 4.10 – Схема расположения гидрометрических постов на участке №5.

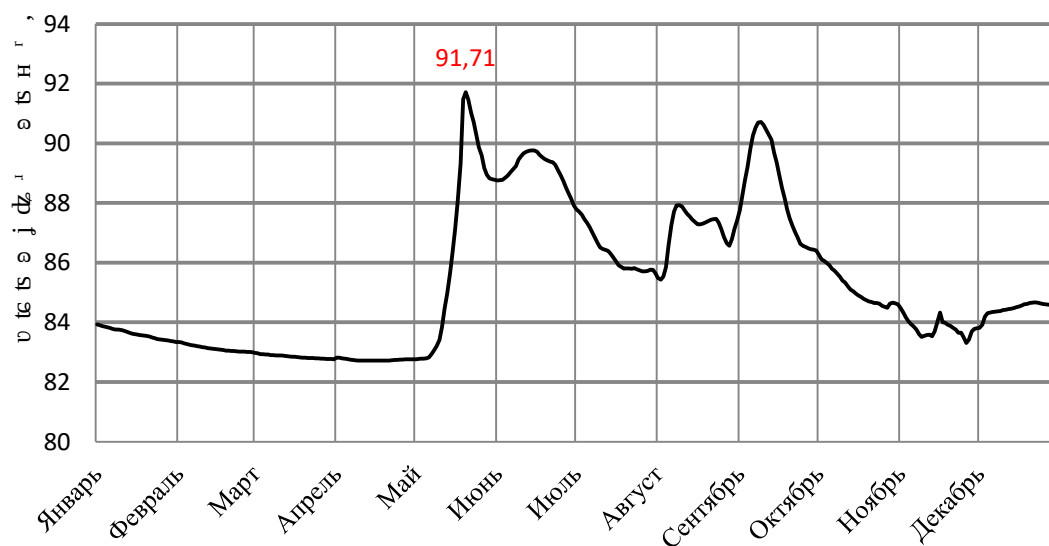
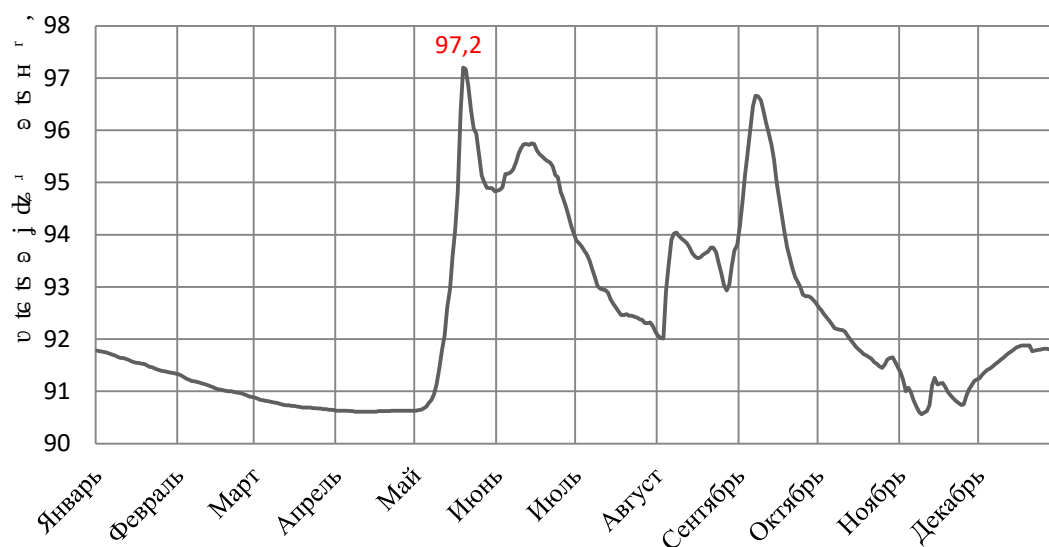


Рисунок 4.11 – Гидрографы за 2008 год на постах пятого участка (Покровск, Якутск).

В нижнем течении изрезанность гидрографа уменьшается. Хорошо выражен пик весеннего половодья. Максимум наблюдается в мае (рисунки 4.13, 4.15).

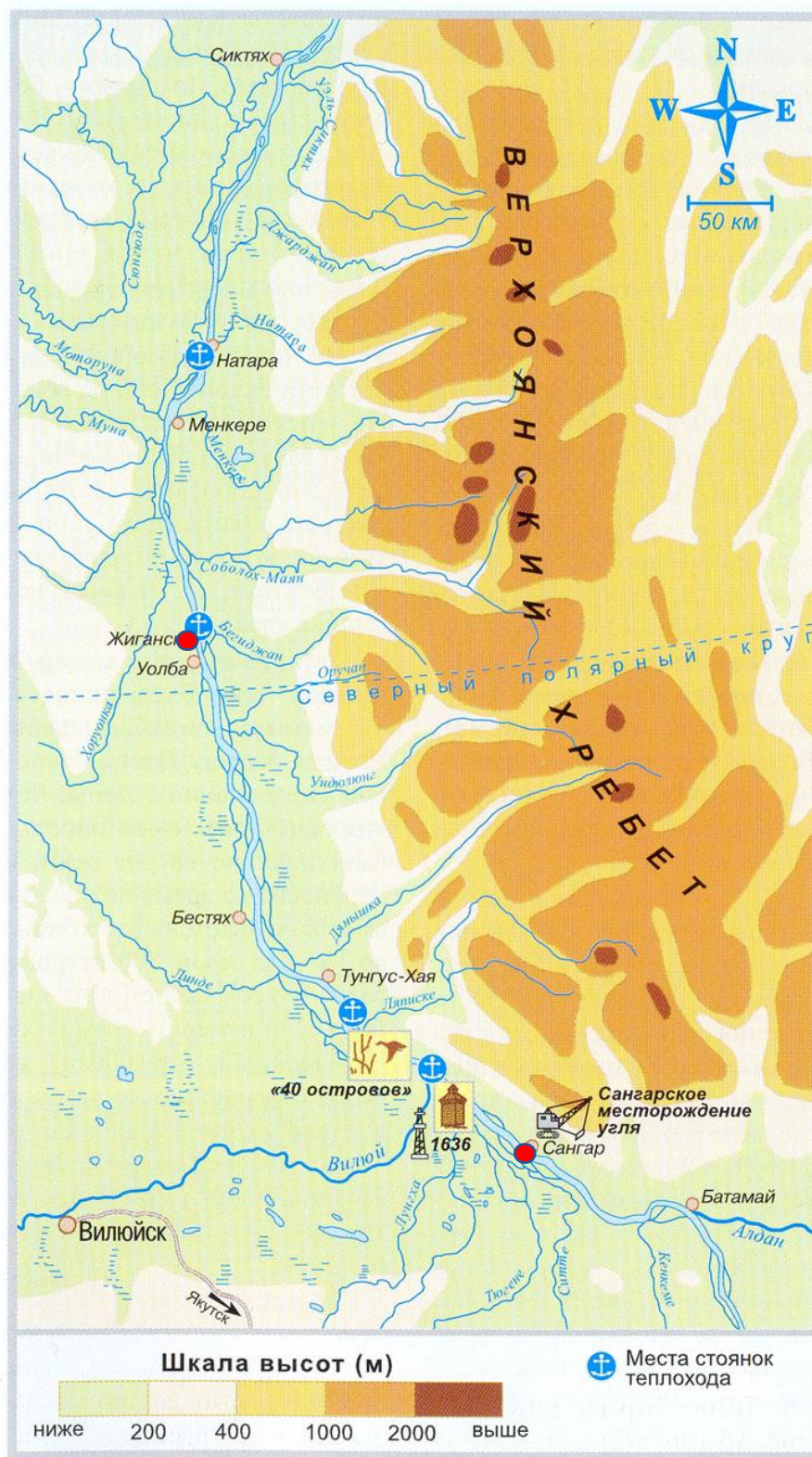


Рисунок 4.12 – Схема расположения гидрометрических постов на участке №6.

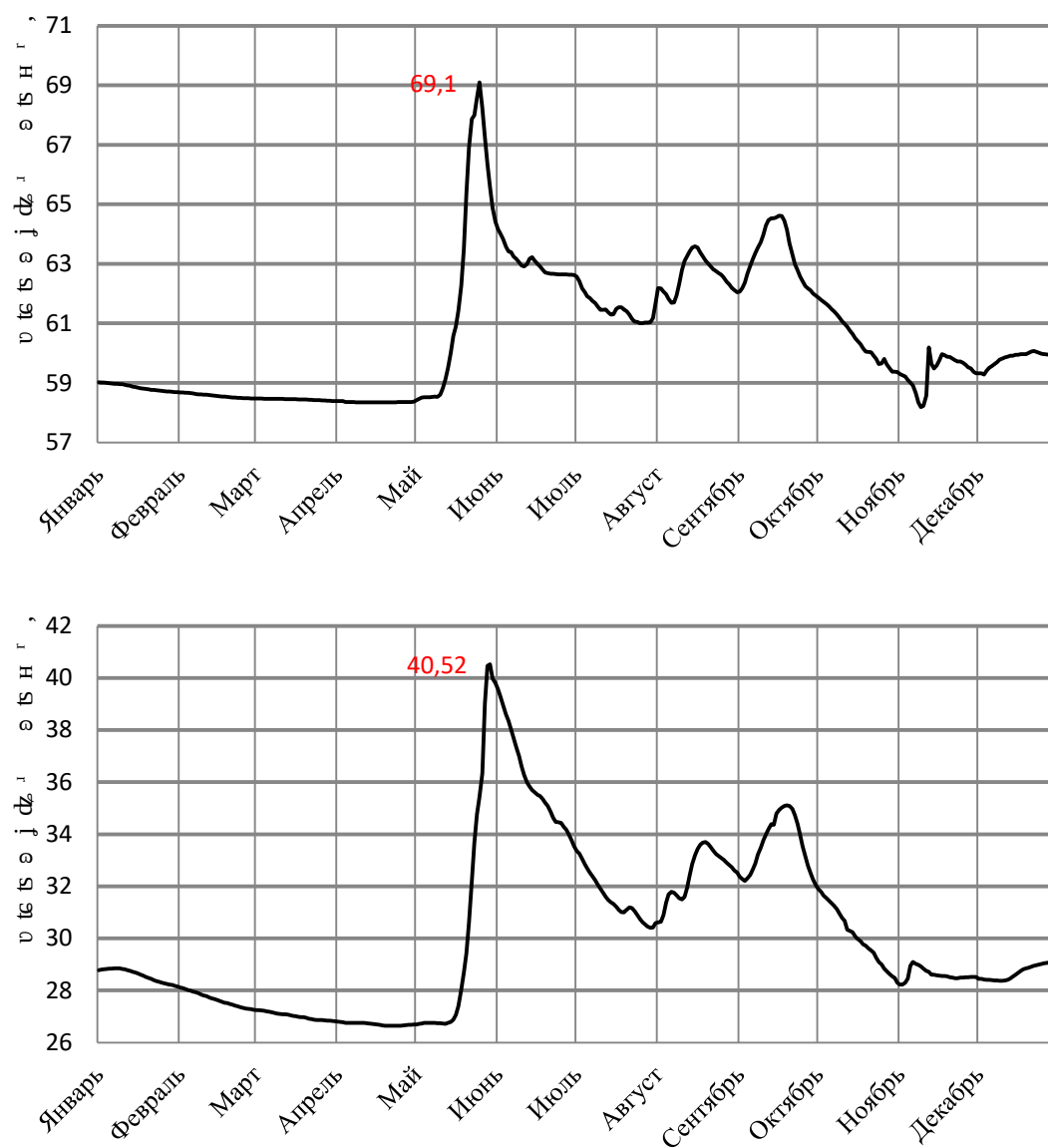


Рисунок 4.13 – Гидрографы за 2008 год на постах шестого участка (Сангар, Жиганск).

Справочная информация по уровню воды в р. Лена, по гидропосту с. Кюсюр:

Водомерный пост находится на реке Лена в с. Кюсюр,
Отметка нуля водомерного поста (в Балтийской системе высот) –
1,41 м.,
Абсолютный максимум по данным нашего архива: 2803 см.
наблюдался 29.05.2014 г.

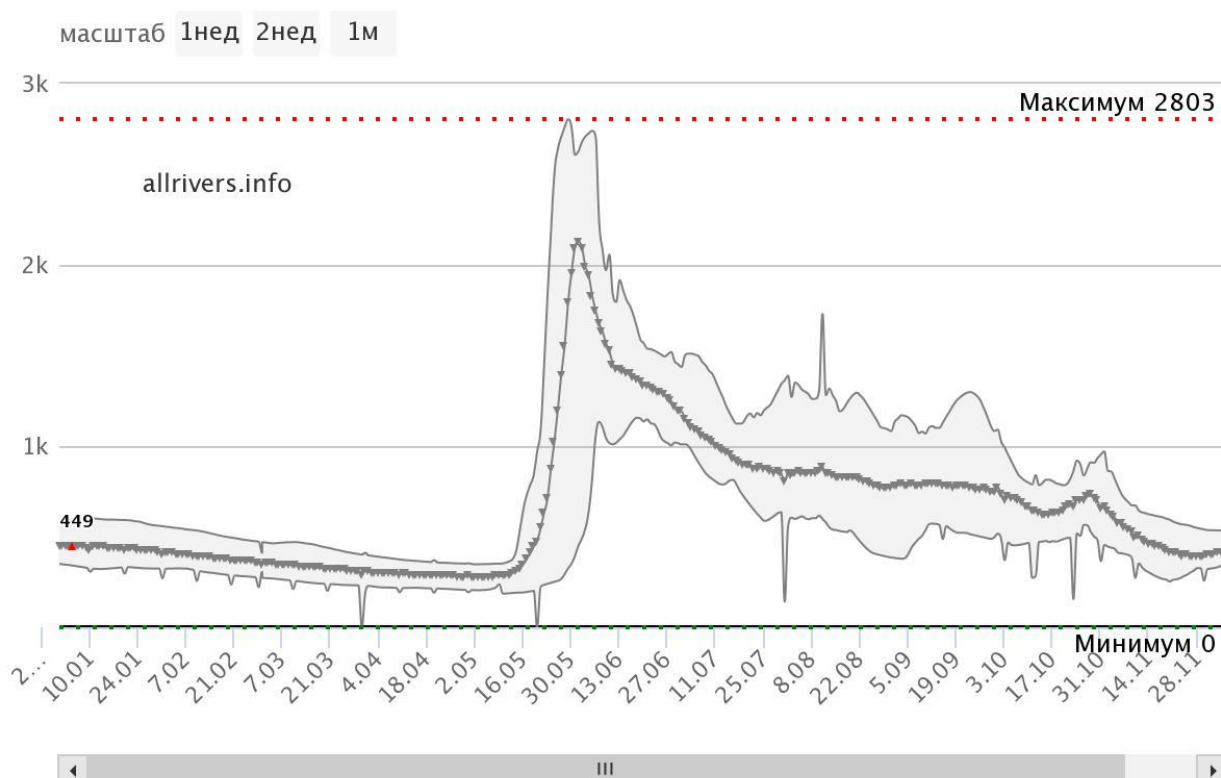


Рисунок 4.15 – График уровня воды на реке Лена по гидрологическому посту с. Кюсюр; Средний многолетний уровень, абсолютный максимум и абсолютный минимум над нулем графика водомерного поста.

Как видно на рисунках, для реки Лены характерно хорошо выраженное весеннее половодье, максимум которого в большинстве случаев приходится на май. Период максимальных дождевых паводков наблюдается с сентября по октябрь.

4.3 Факторы, влияющие на уровенный режим рек

Колебания уровней воды в реках обуславливаются, прежде всего, изменением водности реки, т.е. изменением расходов воды. Следовательно, уровенный режим находится под влиянием тех же факторов, что и режим расходов, – особенностей источников питания и расходования запасов влаги в бассейне. Сходство режима уровней и расходов отчетливо проявляется при сравнении графиков колебаний уровней и расходов. Об этом же свидетельствуют кривые расходов, выражающие связь между расходами и уровнями.

На отдельных участках реки характер уровенного режима может претерпевать значительные изменения в зависимости от морфологии русла и поймы. Если русло широкое и неглубокое, изменения уровней при одних и тех же расходах будут небольшие по сравнению с их изменением на участках с глубоким и узким руслом. Наличие большой поймы вызывает уменьшение амплитуды уровней вследствие аккумуляции масс воды в ней.

На р. Лена в нижнем течении, примерно от впадения р. Алдан, вследствие сужения долины и возникающего подпора (во время половодья и паводка) годовая амплитуда уровней растет вниз по течению, достигая у с. Булун 24м. Увеличению амплитуды способствует также снижение меженных уровней в результате более широкого меженного русла на данном участке.

Явления подпора наблюдается при впадении крупного притока. Если волна паводка или половодья на притоке происходит раньше, чем на главной реке, подпор создается на главной реке выше устья притока, что влечет за собой повышения уровней на ней. Если же волна половодья или паводка проходит на главной реке раньше, чем на притоке, то повысятся уровни на притоке. Подпор возникает и в результате хозяйственной деятельности человека: при образовании заломов во время лесосплава, при наличии плотин на реке.

При зарастании русла при одном и том же расходе уровни выше, чем в

период, когда растительность в русле отсутствует. Размыв русла вызывает снижение уровней, а отложение наносов – повышение уровней при разных расходах.

В зимний период образование ледяного покрова нарушает обычное соответствие между расходами и уровнями, и уровни при ледоставе всегда выше, чем при тех же расходах в безледный период. Колебания уровней в предледоставный период характеризуются большим разнообразием. При общей тенденции к снижению уровней наблюдаются сравнительно резкие повышения или понижения их. Отчетливые кратковременные резкие понижения непосредственно перед ледоставом наблюдается на реках, у которых замерзание начинается с верховьев или происходит одновременно на большом протяжении. Такого рода колебания объясняются расходом русловых вод на ледообразование, уменьшением интенсивности питания в связи с прекращением поверхностного стока и возникновением подпоров при образовании льда. Значительные подъемы уровней наблюдаются в осенне-зимний период при возникновении зажоров и заторов. При весенних заторах в период вскрытия уровни поднимаются в отдельных местах на несколько метров, что иногда приводит к наводнениям.

Сложный и своеобразный характер носит уровеньный режим рек в их устьевых участках. Здесь колебания уровней, помимо изменения водности, связаны со сгонами и нагонами, а в реках, впадающих в приливные моря, – с приливами и отливами.

4.4 Наводнения на Лене

Крупные наводнения на реке Лене происходят в период весеннего половодья при наличии заторов. Наиболее мощные заторы образуются после холодной зимы при дружном формировании весеннего половодья.

Так как река Лена на значительном протяжении течет с севера на юг, волна половодья продвигается вниз по течению быстрее фронта потепления,

поэтому сокращаются продолжительность периода подготовки реки к вскрытию и речной поток взламывает ледяной покров, слабо тронутый тепловым разрушением[1,2].

На формирование заторов наибольшее влияние оказывают следующие факторы: наличие мощного ледяного покрова, достигающего 150–200 сантиметров; большие скорости течения, составляющие в среднем 1,0–1,5 м/с.; извилистость русла и наличие островов.

При этом заторы формируются, как правило, в одних и тех же местах и имеют протяженность до 100 и более километров, время существования заторов в среднем составляет 3–5 суток, а наиболее мощных – до 10 суток.

Наиболее крупное наводнение на реке Лене произошло в 2001 году. По данным Росгидромета, уровень снежного покрова в Сибири в начале 2001 года превысил норму в несколько раз. Температура воздуха зимой во многих районах Якутии достигла отметки минус 60 С. В результате сильных и продолжительных морозов толщина льда превысила норму на 30–50 сантиметров. В начале мая разность температур в Иркутской области и Республике Саха (Якутия) достигла 20 градусов, что способствовало накоплению воды в верховьях Лены. Помимо этого 12 мая в Якутии началось резкое потепление с обильным выпадением осадков.

13 мая в Ленском улусе начался ледоход. Скорость ледохода была рекордной, за сутки лёд преодолел 250 километров и наткнулся на остров Батамай, расположенный в 40 километрах от Ленска. В результате у острова образовался гигантский ледяной затор длиной до 80 километров.

В городе Ленске в ночь с 14 на 15 мая вода стала прибывать. Уровень воды стремительно нарастал и в течение дня преодолел критическую отметку в 13 м. 17 мая ранним утром пришла вторая волна наводнения. К полудню было затоплено уже 90% города, уровень воды достиг 18 м.

Критические подъемы уровня воды в 2001 году наблюдались также в Якутске, Олёкминске и ряде других населенных пунктов (рисунок 4.16) [3].



Рисунок 4.16 – Зоны наводнений на территории Республики Саха (Якутия) в мае 2001 года.

В результате наводнений в мае 2001 года погибло 7 человек, было разрушено более 12000 домов, совокупный ущерб от наводнений составил 8 млрд. руб.

Как отмечается в работе [4], проблема наводнений стоит наиболее остро на участке Средней Лены, от устья Витима до устья Алдана. Протяженность этого участка составляет около 1500 км. За период с 1940 по 2010 год на этом участке было выявлено 33 года, когда на отдельных постах уровни превышали критическую отметку. Самые крупные наводнения зафиксированы в 1966, 1998, 1999, 2001 и 2010 годах.

4.5 Изменение высотных отметок и амплитуд уровня воды по длине р. Лены

На рисунках 4.17 и 4.18 показано изменение средних многолетних отметок уровней воды и средней годовой амплитуды уровней воды по длине реки Лены. Как видно на рисунках продольный профиль реки Лены представляет собой плавную вогнутую линию. По классификации продольных профилей рек – продольный профиль реки Лена относится к профилю равновесия.

Как видно на рисунке 4.18 годовая амплитуда уровней увеличивается от истока к устью. На верхнем участке Лена протекает преимущественно в узкой долине, относительно маловодна. В среднем течении, ниже устья Витима, Лена течет по обширной Центральноякутской низменности. Ниже впадения реки Олекмы река Лена становится полноводной рекой. На реке Лена в нижнем течении вследствие сужения долины и возникновения подпора (во время половодья и паводка) годовая амплитуда растет вниз по течению. Также явление подпора наблюдается при впадении крупных притоков.

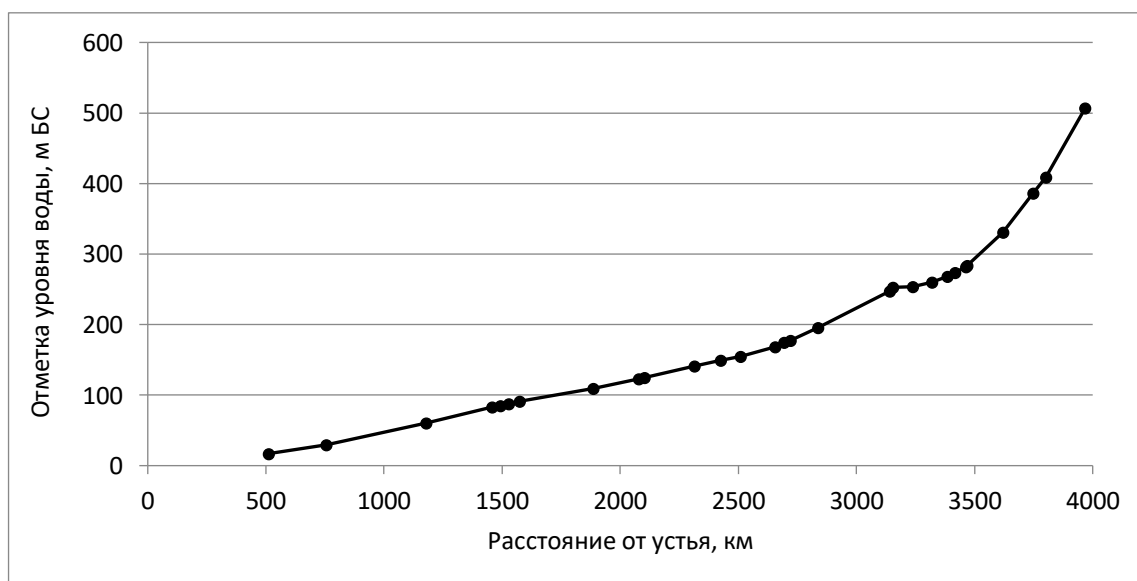


Рисунок 4.17 – Изменение средних многолетних отметок уровней воды по длине реки Лены

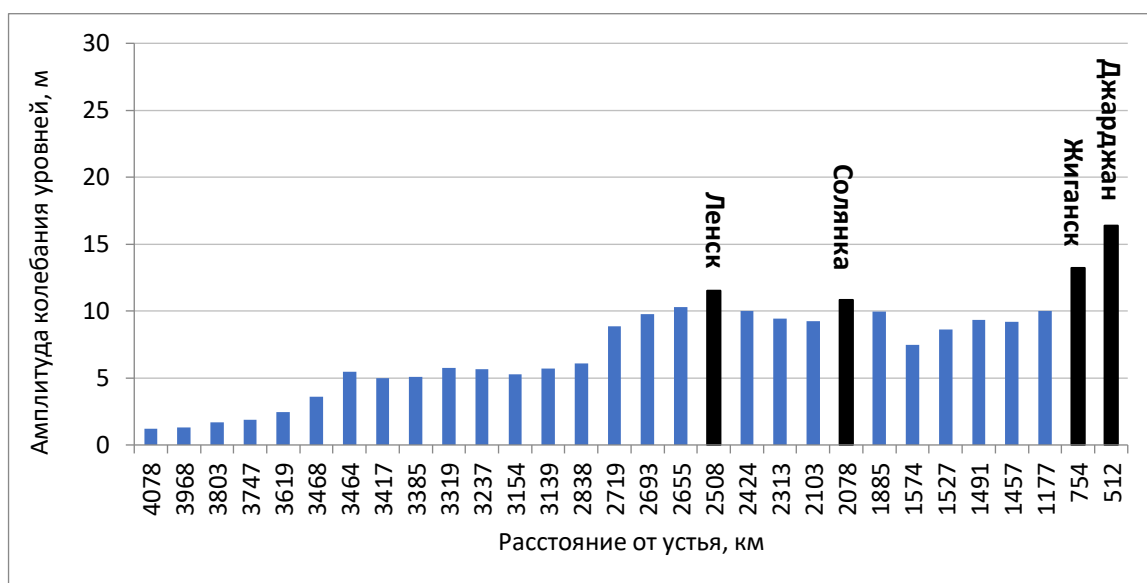


Рисунок 4.18 – Изменение средней годовой амплитуды уровней воды по длине реки Лены.

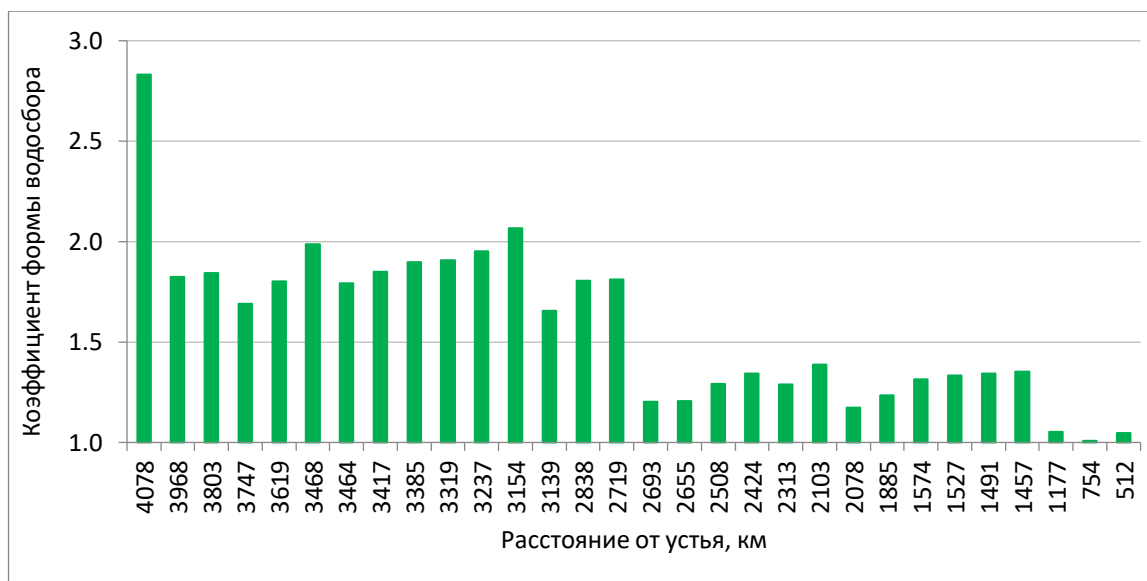


Рисунок 4.19 – Изменение коэффициента формы водосбора по длине реки Лены.

Определенное влияние на годовую амплитуду уровней оказывает коэффициент формы водосбора, который определяется выражением:

$$k_{\phi} = \frac{L}{F^{0,56}}, \quad (4.1)$$

где L – длина реки; F – площадь водосбора.

На рисунке 4.19 показано изменение k_{ϕ} по длине реки, а на рисунке 4.20 – зависимость годовой амплитуды уровней от k_{ϕ} .

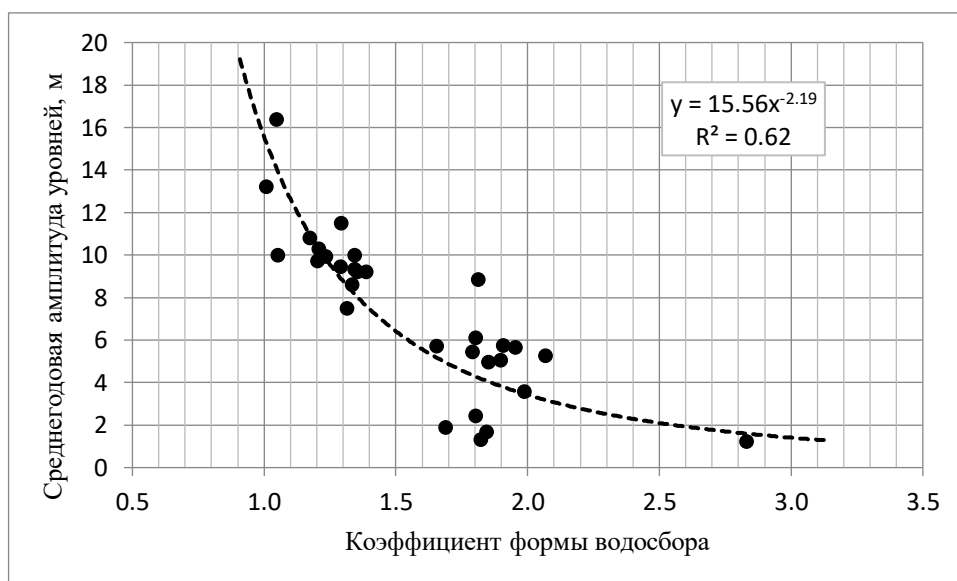


Рисунок 4.20 – Зависимость среднегодовой амплитуды уровней от коэффициента формы водосбора

4.6 Анализ дат наступления максимума половодья на реке Лене

На рисунке 4.21 представлен график средних дат наступления максимума весеннего половодья на реке Лене. Как видно на рисунке максимум половодья в верхнем течении приходится на начало мая, а в среднем и нижнем течении – на середину и конец мая.

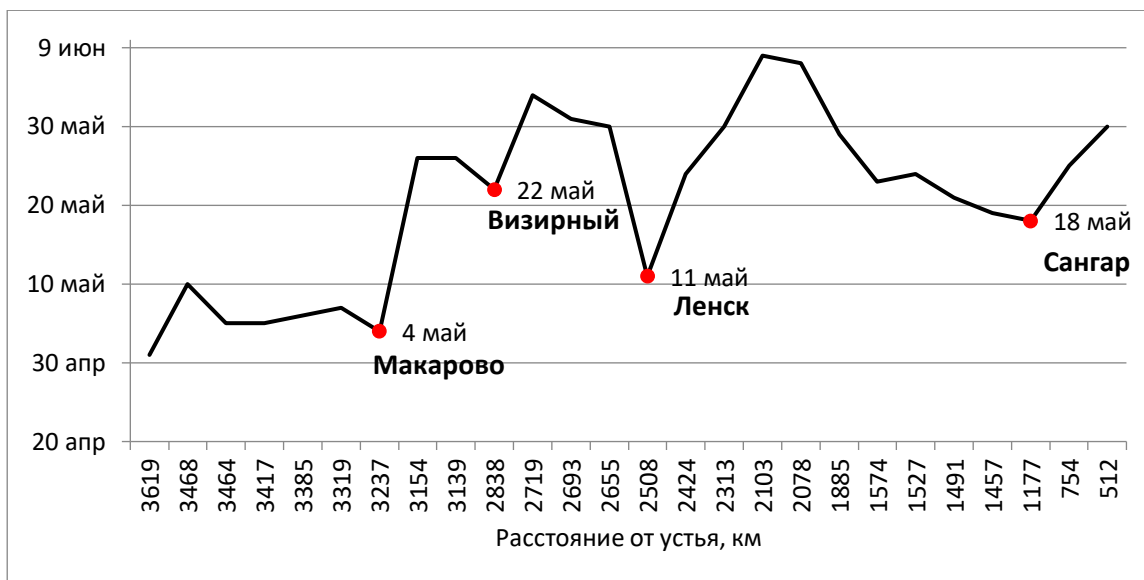


Рисунок 4.21 – Средние многолетние даты наступления максимума весеннего половодья на реке Лене.

Как видно на рисунке 4.21 заметное опережение дат наступления максимума половодья наблюдается в зоне наиболее низких температур (рисунок 4.22), где толщина льда достигает наибольших размеров, и максимум, как правило, формируется при заторах льда.

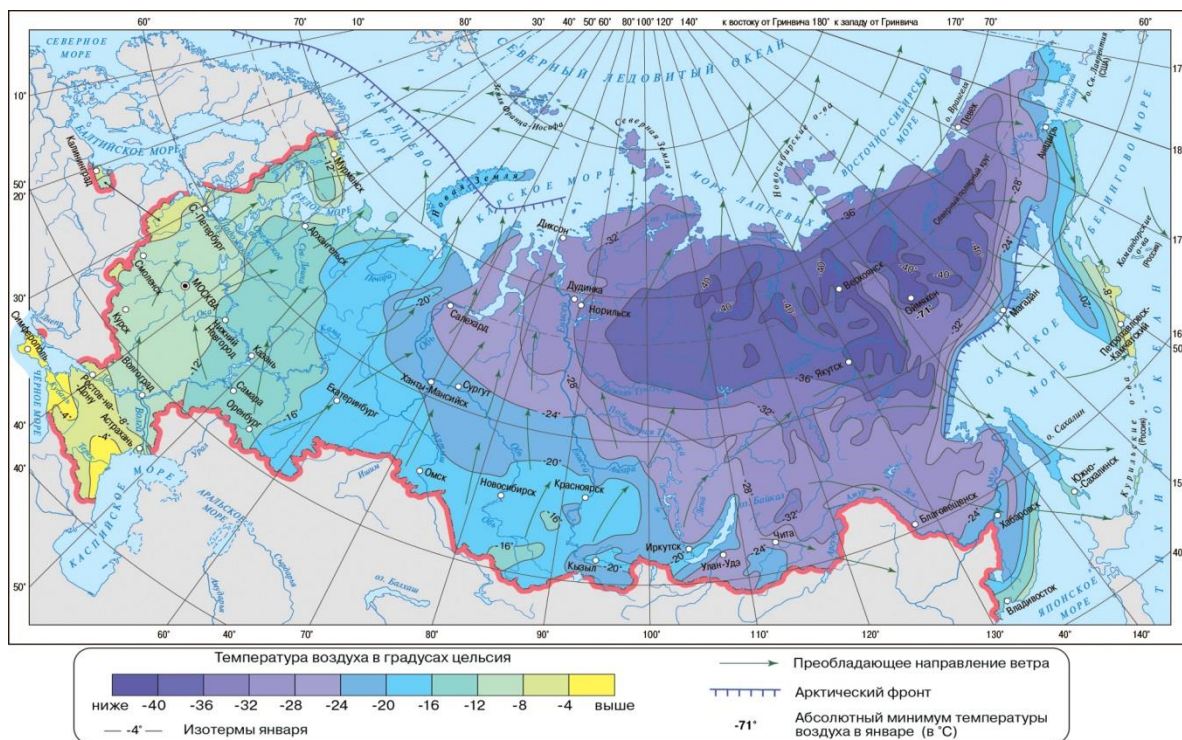


Рисунок 4.22 – Минимальные температуры воздуха в январе.

Наивысшие уровни весеннего половодья наблюдаются преимущественно после освобождения реки ото льда, но нередко имеют место и в период ледохода и при заторах льда. Высокие подъемы уровня воды от заторов льда наиболее часто наблюдаются на участках среднего и нижнего течения реки Лена. Наибольшая интенсивность спада весеннего половодья характерна для высокогорной части территории, имеющей большие уклоны.

4.7 Связь максимальных годовых уровней воды и максимальных уровней весеннего ледохода

При выполнении инженерно-гидрометеорологических изысканий требуется выполнять расчет не только максимальных годовых уровней воды, но и максимальных уровней весеннего ледохода. В среднем и нижнем течении реки Лены максимальные годовые уровни нередко наблюдаются в период ледохода и при заторах льда. Учитывая это, был выполнен анализ связи максимальных годовых уровней воды и максимальных уровней при ледоходе. Такие зависимости представлены на рисунках 4.23–4.28.

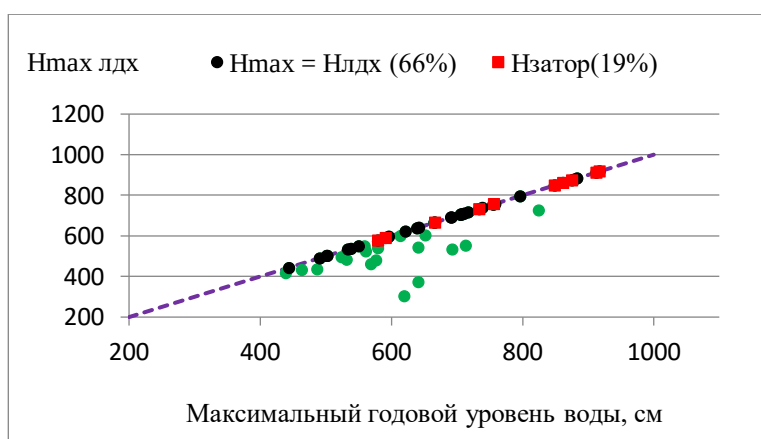


Рисунок 4.23 – Зависимость максимального уровня при ледоходе от максимального

годового уровня воды; р. Лена – г. Якутск.

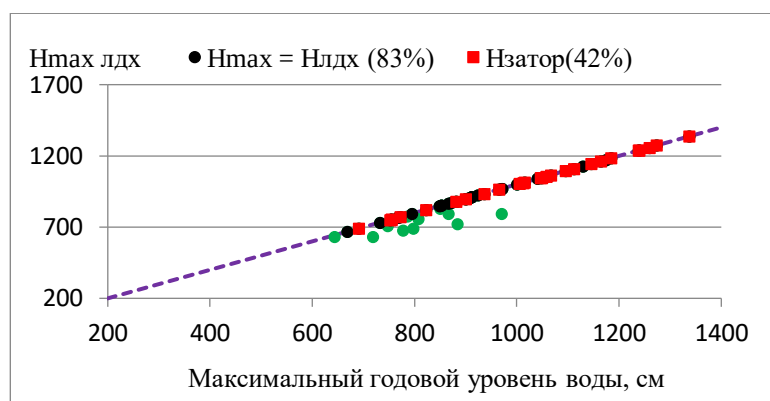


Рисунок 4.24 – Зависимость максимального уровня при ледоходе от максимального годового уровня воды; р. Лена – Кангалассы.

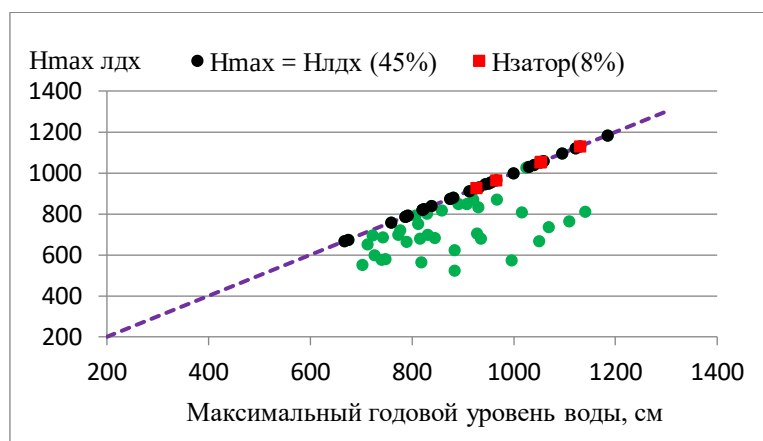


Рисунок 4.25 – Зависимость максимального уровня при ледоходе от максимального годового уровня воды; р. Лена – г. Олекминск.

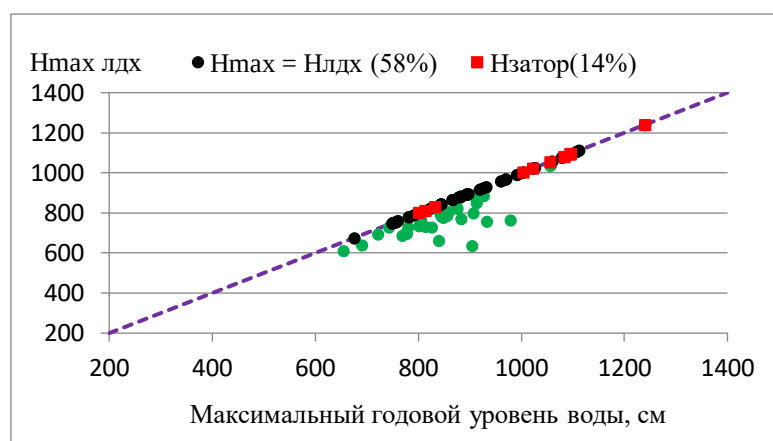


Рисунок 4.26 – Зависимость максимального уровня при ледоходе от максимального годового уровня воды; р. Лена – Табага.

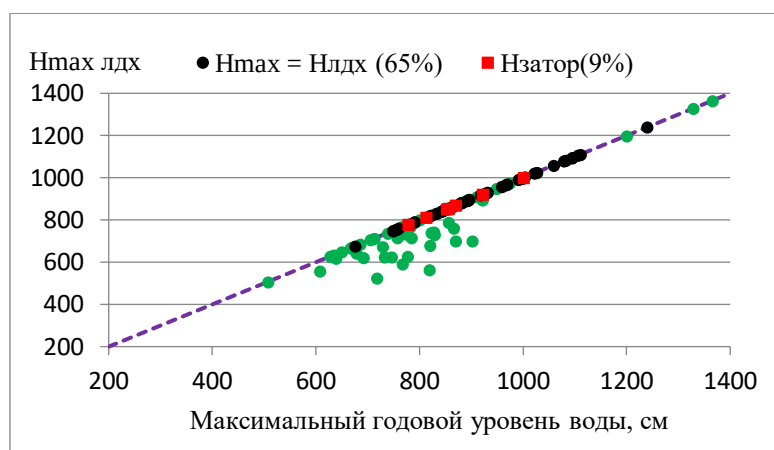


Рисунок 4.27 – Зависимость максимального уровня при ледоходе от максимального годового уровня воды; р. Лена – Покровск.

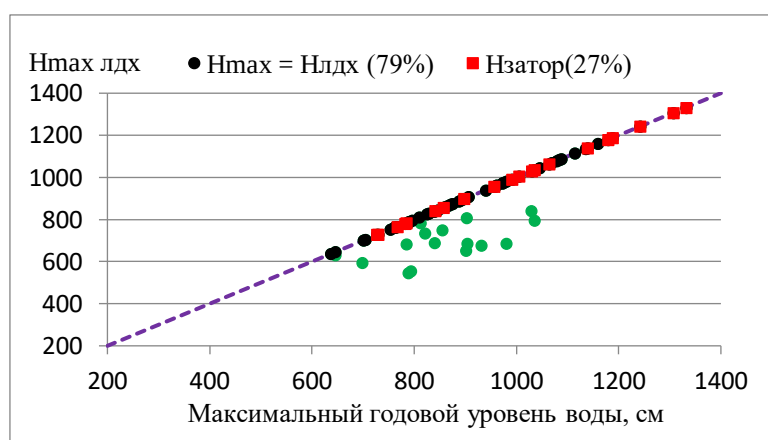


Рисунок 4.28 – Зависимость максимального уровня при ледоходе от максимального годового уровня воды; р. Лена – Хатынг – Тумул.

Как видно на рисунках, в среднем и нижнем течении реки Лены совпадение максимальных годовых уровней и максимальных уровней ледохода составляет от 45% до 83% (в среднем 67% случаев). При этом заторные уровни составляют от 8% до 42% (в среднем 20% случаев).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проведенных исследований были получены следующие результаты.

Выполнена оценка изменений климата. Установлено, что среднегодовые температуры воздуха в верхнем и среднем течении имеют значимый тренд на повышение. Годовые суммы осадков на этой территории также имеют тренд на повышение. За последние 30 лет осадки увеличились в среднем на 60–70 мм.

Проанализированы причины Ленских наводнений. Крупные наводнения на реке Лене происходят в период весеннего половодья при наличии заторов. Наиболее мощные заторы образуются после холодной зимы при дружном формировании весеннего половодья.

На формирование заторов наибольшее влияние оказывают следующие факторы: наличие мощного ледяного покрова; большие скорости течения; извилистость русла и наличие островов. Наиболее часто наводнения случаются на Средней Лене на участке от устья Витима до устья Алдана.

Выполнен анализ изменения формы гидрографа по длине реки Лены. По классификации Б. Д. Зайкова река Лена относится к рекам Восточно-Сибирского типа. Этот тип характеризуется высоким весенним половодьем, наличием летне-осенних паводков и низкой зимней меженью. Однако гидрографы Лены в верхнем, среднем и нижнем течении имеют существенные различия.

По данным о средних многолетних уровнях воды построен продольный профиль реки Лены. Продольный профиль представляет собой плавную вогнутую линию и по классификации продольных профилей рек – относится к профилю равновесия.

Выполнен анализ изменения годовых амплитуд уровней по длине реки. Показано, что среднегодовая амплитуда увеличивается от истока к устью, от 1,5–2 м в верхнем течении до 16 м – в нижнем течении (р. Лена – г. п.

Джарджан). На амплитуду колебаний уровня воды оказывают влияние: водность реки, коэффициент формы водосбора, подпорные явления, которые возникают во время половодий и паводков на устьевом участке и при впадении крупных притоков, заторы и зажоры.

Проанализирована связь максимальных годовых уровней воды и максимальных уровней весеннего ледохода. Установлено, что в среднем и нижнем течении реки Лены совпадение максимальных годовых уровней и максимальных уровней ледохода составляет от 45% до 83% (в среднем 67% случаев). При этом заторные уровни составляют от 8% до 42% (в среднем 20% случаев).

6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
2. Давыдов Л. К. Общая гидрология. / Л. К. Давыдов, А. А. Дмитриева, Н. Г. Конкина. Под ред. д-ра геогр. наук, проф. А. Д. Добровольского и д-ра геогр. наук, проф. М. И. Львовича. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 462 с.
3. Наледи Сибири [Текст]: Сборник статей / Отв. ред. О. Н. Толстихин и В. М. Пигузова; АН СССР. Сиб. отд-ние. Ин-т мерзлотоведения. – М.: Наука, 1969. – 206 с.
4. Панов Б. П. Лекции по гидрографии СССР. Л.: ЛГМИ .1971. 187 с.
5. Плащев А. В. Гидрография СССР / А. В. Плащев, В. А. Чекмарев. Под ред. проф. д-ра геогр. наук А. А. Соколова. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 287 с.
6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 17. Лено–Индигирский район. – Гидрометеиздат. Л.: – 1972 год. – 651 с.
8. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
9. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.
10. СНиП 2.01.14–83. Определение расчётных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – 35 с.
11. СП 33–101–2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.
12. Бузин В.А. Заторы и зажоры льда на реках России – СПб.: ГГИ, 2015. – 240 с.

13. Бузин В.А. Опасные гидрологические явления. Учебное пособие. СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 228 с.
14. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Катастрофические наводнения начала XXI века: уроки и выводы. – М.: ООО «ДЭКС–ПРЕСС», 2003. – 352 с.
15. Кильмянинов В.В. О масштабах и прогнозах наводнений на р. Лене. Наука и техника в Якутии № 1 (20) 2011. С. 19–22.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

16. Википедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Лена> (дата обращения: 24.12.2021)
17. Вода России – Лена. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://water-rf.ru/Водные_объекты/75/Лена (дата обращения 24.12.2021)
18. ЕАИС ГМВО. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 24.12.2021)
19. Погода и климат. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (дата обращения: 24.12.2021)

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Список действующих гидрологических постов на реке Лене

№ п/п	Наименование поста	Код поста	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, кв. км.	Отметка нуля поста, м БС	открыт
1	р. Лена – р. п. Качуг	3003	3968	17400	506,05	25.05.1911
2	р. Лена – р. п. Жигалово	3004	3803	30400	408,82	26.05.1911
3	р. Лена – д. Грузновка	3005	3747	41700	385,28	12.05.1912
4	р. Лена – с. Коношаново	3669	3714	42200	370,47	15.07.2002
5	р. Лена – с. Орлинга	3007	3619	51100	330,56	18.06.1911
6	р. Лена – г. Усть-Кут (Закутье)	3008	3468	58900	282,47	20.08.1973
7	р. Лена – г. Усть-Кут – 1	3010	3464	71400	281,47	13.04.1897
8	р. Лена – с. Подымахино	3012	3417	73500	273,27	15.09.1920
9	р. Лена – с. Таюра	3014	3385	74500	266,67	14.03.1975
10	р. Лена – с. Марково	3015	3319	82500	259,20	19.05.1913
11	р. Лена – с. Макарово	3017	3237	90200	252,05	07.10.1969
12	р. Лена – г. Киренск	3019	3154	92200	249,38	13.04.1897
13	р. Лена – с. Змеиново	3021	3139	140000	245,25	31.05.1913
14	р. Лена – с. Петропавловск	3663	3061	143000	231,00	01.05.1986
15	р. Лена – д. Дарьина	3617	3004	165000	219,19	04.07.1980
16	р. Лена – пос. Визирный	3024	2838	176000	194,21	01.07.1974
17	р. Лена – п. Витим	3027	2719	199000	175,51	13.04.1899
18	р. Лена – п. Пеледуй	3028	2693	425000	171,30	07.08.1935
19	р. Лена – г. п. Крестовский	3029	2655	440000	166,20	01.09.1932
20	р. Лена – г. Ленск	3030	2508	450000	152,47	01.10.1932
21	р. Лена – с. Нюя	3031	2424	453000	147,21	08.05.1927
22	р. Лена – с. Мача	3032	2313	538000	138,90	12.08.1920
23	р. Лена – г. Олекминск	3035	2103	560000	123,06	13.04.1899
24	р. Лена – с. Солянка	3036	2078	770000	119,42	12.03.1933
25	р. Лена – с. Хатынг-Тумул	3037	1951	798000	112,87	01.04.1933
26	р. Лена – с. Саняхтат	3038	1885	812000	105,78	14.08.1948
27	р. Лена – г. Покровск	3041	1574	892000	89,16	12.09.1926
28	р. Лена – с. Табага	3042	1527	897000	84,87	16.05.1937
29	р. Лена – г. Якутск	3045	1491	904000	85,20	13.04.1899
30	р. Лена – п. Кангалассы	3047	1457	912000	80,50	08.11.1934
31	р. Лена – с. Намцы	3048	1408	919000	75,45	01.02.1944
32	р. Лена – п. Сангар	3050	1177	1680000	57,28	01.08.1933
33	р. Лена – с. Жиганск	3051	754	2260000	28,11	17.07.1935
34	р. Лена – г. п. Джарджан	3052	512	2370000	11,34	27.08.1943
35	р. Лена – с. Кюсюр	3821	211	2430000	–1,41	22.10.1934
36	р. Лена, дельта, протока Быковская – п. ст. им. Ю. А. Хабарова	3825	103	–	–0,16	01.09.1950

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Средние, максимальные и минимальные уровни воды на гидрологических постах реки Лены за 2008–2019 гг.

Таблица Б.1 – р. Лена – д. Чанчур $F = 4690$ Отметка нуля поста 43,00 м усл.

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	98	216	06.06.2008	66	11.04.2008	67	04.04.2008	1,50
2009	102	200	20.06.2009	69	14.04.2009	67	02.04.2009	1,33
2010	98	214	18.07.2010	69	07.04.2010			1,45
2011	95	171	25.07.2011	91	25.04.2011	67	28.03.2011	1,04
2012	90	221	09.05.2012	65	25.03.2012			1,56
2013	87	179	03.05.2013	62	07.04.2013			1,17
2014	84	149	28.05.2014	59	15.11.2014			0,90
2015	80	171	24.05.2015	60	22.03.2015			1,11
2016	81	144	19.05.2016	57	24.03.2016			0,87
2017	78	175	18.05.2017	56	27.03.2017			1,19
2018	102	216	27.05.2018	55	05.04.2018			1,61
2019	83	161	05.06.2019	61	08.04.2019			1,00

Таблица Б.2 – р. Лена – р. п. Качуг $F = 17400$ Отметка нуля поста 506,05 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	79	212	26.06.2008	21	28.04.2008	20	10.11.2007	1,92
2009	84	176	08.06.2009	51	13.08.2009	16	07.11.2008	1,6
2010	85	185	15.05.2010	41	15.10.2010	32	04.11.2009	1,53
2011	76	122	26.07.2011	37	25.04.2011	29	19.10.2010	0,93
2012	74	216	10.05.2012	44	12.10.2012	13	17.11.2011	2,03
2013	76	169	30.04.2013	30	16.09.2013	17	30.10.2012	1,52
2014	65	123	09.06.2014	44	07.10.2014	12	09.11.2013	1,11
2015	51	116	25.05.2015	17	18.10.2015	24	25.04.2015	0,99
2016	47	105	17.08.2016	24	27.09.2016	6	31.10.2015	0,99
2017	46	88	18.05.2017	23	15.10.2017	4	26.10.2016	0,84
2018	73	137	29.04.2018	48	03.09.2018	5	04.11.2017	1,32
2019	69	125	02.04.2019	30	24.08.2019	23	09.11.2018	1,02

Таблица Б.3 – р. Лена – р. п. Жигалово $F = 30400$ Отметка нуля поста 408,82 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	67	204	27.06.2008	32	01.05.2008	10	13.11.2007	1,94
2009	78	186	23.06.2009	52	20.08.2009	13	08.11.2008	1,73
2010	72	306	03.05.2010	38	11.10.2010	18	02.11.2009	2,88
2011	62	185	20.04.2011	32	26.06.2011	1	14.11.2010	1,84
2012	55	203	10.05.2012	23	16.10.2012	12	14.11.2011	1,91
2013	47	231	05.05.2013	11	11.10.2013	2	02.11.2012	2,29
2014	39	106	13.04.2014	20	23.09.2014	4	26.10.2013	1,02
2015	33	169	30.04.2015	−1	16.10.2015	18	21.10.2014	1,7
2016	27	76	16.08.2016	1	02.10.2016	−13	01.11.2015	0,89
2017	24	80	21.05.2017	−1	14.10.2017	−26	27.10.2016	1,06
2018	52	171	29.04.2018	32	29.10.2018	−19	02.11.2017	1,9
2019	46	117	11.05.2019	15	25.08.2019	10	09.11.2018	1,07

Таблица Б.4 – р. Лена – д. Грузновка $F = 41700$ Отметка нуля поста 385,28 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	74	196	27.06.2008	52	04.05.2008	7	13.11.2007	1,89

Таблица Б.5 – р. Лена – с. Орлинга $F = 51100$ Отметка нуля поста 330,56 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	26	154	01.05.2008	22	18.10.2008	−20	25.03.2008	1,74
2009	43	182	30.04.2009	32	12.08.2009	−69	26.02.2009	2,51
2010	39	575	08.05.2010	12	14.10.2010	−28	26.03.2010	6,03
2011	49	267	22.04.2011	5	09.07.2011	−30	15.11.2010	2,97
2012	26	237	09.05.2012	−1	18.10.2012	−34	14.11.2011	2,71
2013	4	216	05.05.2013	−21	11.10.2013	−36	24.01.2013	2,52
2014	18	95	15.04.2014	−2	17.08.2014	−70	11.11.2013	1,65
2015	13	180	30.04.2015	−24	21.09.2015	−36	03.11.2014	2,16
2016	−5	74	24.05.2016	−33	29.09.2016	−64	04.11.2015	1,38
2017	−13	55	27.04.2017	−32	14.10.2017	−67	28.10.2016	1,22
2018	24	138	30.04.2018	11	05.09.2018	−69	03.11.2017	2,07
2019	10	200	02.05.2019	−12	23.08.2019	−40	11.11.2018	2,4

Таблица Б.6 – р. Лена – г. Усть–Кут $F = 58900$ Отметка нуля поста 282,47 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	141	271	29.06.2008	113	21.10.2008	51	13.11.2007	2,2
2009	180	382	01.05.2009	131	12.08.2009	90	04.11.2008	2,92
2010	156	646	17.05.2010	105	11.10.2010	118	30.10.2009	5,41
2011	130	408	23.04.2011	97	24.06.2011	64	11.11.2010	3,44
2012	130	574	09.05.2012	86	06.07.2012	63	10.11.2011	5,11
2013	105	596	06.05.2013	57	12.10.2013	33	05.11.2012	5,63
2014	112	313	16.04.2014	68	14.10.2014	3	08.11.2013	3,1
2015	105	521	29.04.2015	59	22.09.2015	50	25.10.2014	4,71
2016	81	237	24.05.2016	45	02.10.2016	–21	06.11.2015	2,58
2017	71	168	18.05.2017	48	15.10.2017	0	25.10.2016	1,68
2018	123	360	04.05.2018	101	04.09.2018	8	05.11.2017	3,52
2019	95	306	10.05.2019	65	30.08.2019	46	08.11.2018	2,6

Таблица Б.7 – р. Лена – г. Усть–Кут–1 $F = 71400$ Отметка нуля поста 281,47 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	36	305	15.05.2008	26	21.10.2008	−96	13.11.2007	4,01
2009	102	425	01.05.2009	61	12.08.2009	−44	06.11.2008	4,69
2010	56	712	17.05.2010	−7	20.09.2010	−31	01.11.2009	7,43
2011	27	435	23.04.2011	−31	10.07.2011	−122	14.11.2010	5,57
2012	23	642	09.05.2012	−38	17.10.2012	−87	08.11.2011	7,29
2013	−15	660	05.05.2013	−94	13.10.2013	−100	02.11.2012	7,6
2014	−7	307	16.04.2014	−78	15.10.2014	−182	08.11.2013	4,89
2015	−7	563	29.04.2015	−79	22.09.2015	−111	21.10.2014	6,74
2016	−48	256	25.05.2016	−117	29.09.2016	−115	07.11.2015	3,73
2017	−84	126	02.05.2017	−114	14.09.2017	−152	24.10.2016	2,78
2018	20	413	05.05.2018	−20	21.10.2018	−188	05.11.2017	6,01
2019	−16	361	10.05.2019	−72	25.08.2019	−100	08.11.2018	4,61

Таблица Б.8 – р. Лена – с. Подымахино $F = 73500$ Отметка нуля поста 273,27 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	61	290	15.05.2008	38	21.10.2008	−68	12.11.2007	3,58
2009	115	419	01.05.2009	73	13.08.2009	−23	21.03.2009	4,42
2010	74	702	17.05.2010	9	20.09.2010	−4	19.03.2010	7,06

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2011	62	446	22.04.2011	−14	11.07.2011	−40	13.11.2010	4,86
2012	34	628	09.05.2012	−15	05.07.2012	−42	20.03.2012	6,7
2013	−5	651	06.05.2013	−85	19.10.2013	−48	16.01.2013	7,36
2014	−18	284	17.04.2014	−49	13.10.2014	−125	24.10.2013	4,09
2015	−3	520	30.04.2015	−59	16.10.2015	−83	21.10.2014	6,03
2016	−48	257	25.05.2016	−100	05.10.2016	−130	05.11.2015	3,87
2017	−50	140	02.05.2017	−88	14.09.2017	−121	22.10.2016	2,61
2018	27	409	05.05.2018	6	09.09.2018	−99	22.10.2017	5,08
2019	−13	356	10.05.2019	−61	25.08.2019	−63	16.02.2019	4,19

Таблица Б.9 – р. Лена – с. Таюра $F = 74500$ Отметка нуля поста 266,67 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	237	517	17.05.2008	213	17.08.2008	113	24.02.2008	4,04
2009	303	635	30.04.2009	266	20.10.2009	131	14.03.2009	5,04
2010	245	738	15.05.2010	194	22.09.2010	150	05.04.2010	5,88
2011	216	745	24.04.2011	170	11.07.2011	118	13.02.2011	6,27
2012	211	794	09.05.2012	173	06.07.2012	123	14.02.2012	6,71
2013	178	797	06.05.2013	110	21.10.2013	114	19.03.2013	6,87
2014	170	539	24.04.2014	136	04.10.2014	92	13.03.2014	4,47
2015	177	713	30.04.2015	119	19.10.2015	90	12.04.2015	6,23
2016	133	477	25.05.2016	93	06.10.2016	66	22.02.2016	4,11
2017	116	310	03.05.2017	88	13.08.2017	64	06.03.2017	2,46
2018	199	552	05.05.2018	167	01.11.2018	71	31.10.2017	4,81
2019	176	533	10.05.2019	126	04.09.2019	126	21.02.2019	4,07

Таблица Б.10 – р. Лена – с. Марково $F = 82500$ Отметка нуля поста 259,2 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	141	419	15.05.2008	118	24.10.2008	27	22.02.2008	3,92
2009	212	556	02.05.2009	157	13.08.2009	72	30.03.2009	4,84
2010	159	870	16.05.2010	79	22.09.2010	94	03.04.2010	7,91
2011	125	767	25.04.2011	66	26.06.2011	32	10.03.2011	7,35
2012	121	776	10.05.2012	67	19.10.2012	59	08.11.2011	7,17
2013	88	817	06.05.2013	−20	21.10.2013	43	29.01.2013	8,37
2014	68	500	18.04.2014	9	17.10.2014	−55	25.10.2013	5,55
2015	83	648	30.04.2015	8	23.10.2015	−18	22.10.2014	6,66

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2016	42	393	25.05.2016	−32	06.10.2016	−14	26.10.2015	4,25
2017	15	224	20.05.2017	−26	19.10.2017	−43	13.10.2016	2,67
2018	107	554	05.05.2018	45	31.10.2018	−44	24.10.2017	5,98
2019	78	462	11.05.2019	25	13.08.2019	28	05.11.2018	4,37

Таблица Б.11 – р. Лена – с. Макарово $F = 90200$ Отметка нуля поста 252,05 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	210	538	06.05.2008	179	22.10.2008	120	31.10.2007	4,18
2009	267	628	02.05.2009	212	13.08.2009	142	03.04.2009	4,86
2010	228	945	10.05.2010	145	22.09.2010	156	24.03.2010	8
2011	189	793	26.04.2011	124	13.07.2011	125	10.02.2011	6,69
2012	179	799	10.05.2012	128	07.07.2012	125	03.11.2011	6,74
2013	132	859	03.05.2013	60	19.10.2013	57	08.03.2013	8,02
2014	125	434	01.05.2014	75	18.10.2014	22	14.11.2013	4,12
2015	145	733	30.04.2015	79	20.10.2015	69	19.10.2014	6,64
2016	115	441	26.05.2016	51	09.10.2016	41	09.11.2015	4
2017	83	271	03.05.2017	43	14.09.2017	37	14.10.2016	2,34
2018	171	701	29.04.2018	123	27.10.2018	18	18.11.2017	6,83
2019	141	666	06.05.2019	91	21.10.2019	102	23.02.2019	5,75

Таблица Б.12 – р. Лена – г. Киренск $F = 92200$ Отметка нуля поста 252,05 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	99	506	15.06.2008	58	22.10.2008	–62	13.11.2007	5,68
2009	132	434	08.06.2009	62	23.10.2009	–72	10.11.2008	5,06
2010	110	596	17.05.2010	35	27.08.2010	–60	02.11.2009	6,56
2011	74	411	26.04.2011	22	28.10.2011	–51	22.11.2010	4,62
2012	68	544	10.05.2012	17	22.09.2012	–85	19.11.2011	6,29
2013	43	609	07.05.2013	–38	10.09.2013	–65	15.11.2012	6,74
2014	41	288	16.06.2014	–36	19.10.2014	–80	01.11.2013	3,68
2015	50	504	27.05.2015	–41	21.10.2015	–85	25.10.2014	5,89
2016	16	337	26.05.2016	–71	08.10.2016	–114	10.11.2015	4,51
2017	6	288	28.05.2017	–46	14.10.2017	–130	01.11.2016	4,18
2018	64	449	03.06.2018	–14	31.10.2018	–119	15.11.2017	5,68
2019	35	358	15.06.2019	–32	24.08.2019	–92	14.11.2018	4,5

Таблица Б.13 – р. Лена – с. Змеиново $F = 140000$ Отметка нуля поста 245,25 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	223	661	15.06.2008	169	23.10.2008	44	13.11.2007	6,17
2009	254	584	08.06.2009	184	13.08.2009	40	09.11.2008	5,44
2010	218	727	17.05.2010	158	27.08.2010	17	02.11.2009	7,1
2011	198	569	25.04.2011	138	29.10.2011	40	17.11.2010	5,29
2012	190	668	11.05.2012	131	26.09.2012	26	16.11.2011	6,42
2013	139	736	07.05.2013	55	20.10.2013	14	12.11.2012	7,22
2014	156	433	15.06.2014	75	18.10.2014	−17	10.11.2013	4,5
2015	165	654	27.05.2015	73	21.10.2015	19	25.10.2014	6,35
2016	136	486	26.05.2016	43	07.10.2016	1	08.11.2015	4,85
2017	123	455	28.05.2017	69	15.10.2017	−7	28.10.2016	4,62
2018	181	583	03.06.2018	98	01.11.2018	−1	15.11.2017	5,84
2019	150	505	15.06.2019	76	25.08.2019	13	09.11.2018	4,92

Таблица Б.14 – р. Лена – п. Визирный $F = 176000$ Отметка нуля поста 194,21 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	215	704	15.06.2008	153	26.10.2008	−7	19.11.2007	7,11
2009	239	618	08.06.2009	181	14.08.2009	41	21.11.2008	5,77
2010	184	693	19.05.2010	153	29.08.2010	27	14.11.2009	6,66
2011	171	931	28.04.2011	128	10.08.2011	47	26.11.2010	8,84
2012	203	647	12.05.2012	138	27.09.2012	8	25.11.2011	6,39
2013	155	755	06.05.2013	55	20.10.2013	52	12.11.2012	7,03
2014	149	495	23.04.2014	80	17.10.2014	2	15.11.2013	4,93
2015	169	676	28.05.2015	87	18.10.2015	20	18.11.2014	6,56
2016	150	539	26.05.2016	54	11.10.2016	6	12.11.2015	5,33
2017	140	453	29.05.2017	87	14.10.2017	5	03.11.2016	4,48
2018	176	613	04.06.2018	97	01.11.2018	27	16.11.2017	5,86
2019	147	505	15.06.2019	84	11.09.2019	68	18.11.2018	4,37

Таблица Б.15 – р. Лена – п. Витим $F = 199000$ Отметка нуля поста 175,51 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	210	802	10.06.2008	92	23.10.2008	−87	21.11.2007	8,89
2009	236	930	08.06.2009	104	20.10.2009	−30	20.11.2008	9,6
2010	153	765	11.05.2010	117	04.10.2010	−28	11.11.2009	7,93

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2011	149	827	30.04.2011	98	28.10.2011	−107	30.11.2010	9,34
2012	197	945	08.06.2012	91	18.10.2012	−126	25.11.2011	10,71
2013	161	802	06.05.2013	42	14.10.2013	−114	16.11.2012	9,16
2014	146	601	15.06.2014	56	17.10.2014	−60	14.11.2013	6,61
2015	124	711	12.06.2015	−15	18.10.2015	−62	21.11.2014	7,73
2016	102	744	06.06.2016	3	12.10.2016	−139	14.11.2015	8,83
2017	124	730	16.07.2017	55	15.10.2017	−116	04.11.2016	8,46
2018	186	875	03.06.2018	30	29.10.2018	−133	19.11.2017	10,08
2019	106	802	14.06.2019	12	13.08.2019	−111	19.11.2018	9,13

Таблица Б.17 – р. Лена – р.п. Пеледуй $F = 425000$ Отметка нуля поста 171,3 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	336	1018	10.06.2008	200	23.10.2008	75	20.11.2007	9,43
2009	389	1143	08.06.2009	271	19.10.2009	69	11.11.2008	10,74
2010	312	961	19.05.2010	269	14.10.2010	70	13.11.2009	8,91
2011	313	1225	30.04.2011	230	28.10.2011	90	29.11.2010	11,35
2012	362	1160	08.06.2012	238	17.10.2012	84	20.11.2011	10,76
2013	299	873	06.05.2013	176	15.10.2013	41	15.11.2012	8,32
2014	284	916	25.04.2014	183	17.10.2014	28	14.11.2013	8,88
2015	280	1023	04.05.2015	152	17.10.2015	87	18.11.2014	9,36
2016	273	953	06.06.2016	169	11.10.2016	20	12.11.2015	9,33
2017	270	938	16.07.2017	203	15.10.2017	19	04.11.2016	9,19
2018	339	1092	15.07.2018	190	29.10.2018	–12	20.11.2017	11,04
2019	260	1003	14.06.2019	157	21.10.2019	29	19.11.2018	9,74

Таблица Б.18 – р. Лена – г.п. Крестовский $F = 440000$ Отметка нуля поста 166,2 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	282	948	10.06.2008	166	24.10.2008	–58	18.11.2007	10,06
2009	331	1225	02.05.2009	176	21.10.2009	–31	11.11.2008	12,56
2010	218	865	19.05.2010	184	15.10.2010	–34	11.11.2009	8,99
2011	230	1129	01.05.2011	168	28.10.2011	–62	28.11.2010	11,91
2012	289	1093	10.05.2012	164	18.10.2012	–47	16.11.2011	11,4
2013	201	798	12.05.2013	82	14.10.2013	–93	15.11.2012	8,91
2014	194	743	15.06.2014	85	17.10.2014	–95	14.11.2013	8,38
2015	177	961	04.05.2015	42	18.10.2015	–63	15.11.2014	10,24

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2016		878	06.06.2016	58	11.10.2016	−118	13.11.2015	9,96
2017	179	872	16.07.2017	122	16.10.2017	−122	04.11.2016	9,94
2018	246	1010	16.07.2018	99	30.10.2018	−115	19.11.2017	11,25
2019	159	934	14.06.2019	67	09.09.2019	−67	18.11.2018	10,01

Таблица Б.19 – р. Лена – г. Ленск $F = 450000$ Отметка нуля поста 152,47 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	256	862	11.06.2008	121	27.10.2008	−87	22.11.2007	9,49
2009	304	1408	06.05.2009	141	22.10.2009	−61	11.11.2008	14,69
2010	210	1287	15.05.2010	157	16.10.2010	−16	07.11.2009	13,03
2011	215	1264	03.05.2011	145	28.10.2011	−34	19.11.2010	12,98
2012	263	1362	12.05.2012	120	20.10.2012	12	14.03.2012	13,5
2013	187	1385	08.05.2013	58	13.10.2013	−29	11.11.2012	14,14
2014	176	935	28.04.2014	60	16.10.2014	−44	11.11.2013	9,79
2015	165	897	05.05.2015	23	18.10.2015	−42	01.11.2014	9,39
2016	155	1018	13.05.2016	33	11.10.2016	−47	10.11.2015	10,65
2017	160	779	16.05.2017	91	16.10.2017	−87	02.11.2016	8,66
2018	225	1131	08.05.2018	58	01.11.2018	−49	23.11.2017	11,8
2019	147	941	14.05.2019	28	13.08.2019	−72	13.11.2018	10,13

Таблица Б.20 – р. Лена – с. Нуя $F = 453000$ Отметка нуля поста 147,21 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	239	802	11.06.2008	140	22.10.2008	−84	20.11.2007	8,86
2009	278	1049	06.05.2009	180	15.10.2009	−56	11.11.2009	11,05
2010	187	1158	14.05.2010	140	07.10.2010	−12	06.11.2009	11,7
2011		1064	05.05.2011					10,64
2012	257	1033	13.05.2012	152	17.10.2012	−10	31.03.2012	10,43
2013	182	1041	09.05.2013	42	13.10.2013	−1	12.11.2012	10,42
2014		1039	29.04.2014	47	16.10.2014			9,92
2015	153	1125	08.05.2015	−6	16.10.2015	−110	08.11.2014	12,35
2016	148	793	07.06.2016	22	10.10.2016	−64	08.11.2015	8,57
2017	151	726	17.07.2017	107	04.08.2017	−116	02.11.2016	8,42
2018	192	901	04.06.2018	74	28.10.2018	−27	24.11.2017	9,28
2019	139	779	15.06.2019	11	14.08.2019	−77	14.11.2018	8,56

Таблица Б.21 – р. Лена – с. Мача $F = 538000$ Отметка нуля поста 138,9 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	275	897	10.06.2008	136	21.10.2008	−26	18.11.2007	9,23
2009	303	1017	10.06.2009	169	18.10.2009	−27	14.11.2008	10,44
2010	213	1172	16.05.2010	166	08.10.2010	−7	09.11.2009	11,79
2011	218	871	06.05.2011	144	10.10.2011	−28	22.11.2010	8,99
2012	290	1103	14.05.2012	168	14.10.2012	−13	19.11.2011	11,16
2013	239	998	10.05.2013	81	12.10.2013	−1	09.11.2012	9,99
2014	202	730	30.04.2014	77	14.10.2014	−16	09.11.2013	7,46
2015	199	789	13.06.2015	44	17.10.2015	−70	12.11.2014	8,59
2016	190	841	07.06.2016	63	08.10.2016	−22	07.11.2015	8,63
2017	205	763	18.07.2017	112	18.08.2017	−23	31.10.2016	7,86
2018	247	966	04.06.2018	132	21.10.2018	−23	15.11.2017	9,89
2019	156	851	15.06.2019	49	14.08.2019	−89	17.11.2018	9,4

Таблица Б.22 – р. Лена – г. Олёкминск $F = 560000$ Отметка нуля поста 122,72 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	247	816	05.09.2008	125	24.10.2008	12	17.11.2007	8,04
2009	264	920	11.06.2009	167	19.10.2009	−57	14.11.2008	9,77
2010	199	1095	17.05.2010	136	09.10.2010	−28	10.11.2009	11,23
2011	222	1052	09.05.2011	135	12.10.2011	8	18.11.2010	10,44
2012	294	1028	15.05.2012	153	16.10.2012	46	08.04.2012	9,82
2013	225	1014	09.05.2013	84	13.10.2013	41	06.11.2012	9,73
2014	191	698	01.05.2014	88	15.10.2014	−52	09.11.2013	7,5
2015	175	900	08.05.2015	34	18.10.2015	11	07.11.2014	8,89
2016	175	872	09.06.2016	70	10.10.2016	−67	10.11.2015	9,39
2017	176	822	18.07.2017	102	16.10.2017	−75	31.10.2016	8,97
2018	242	898	18.07.2018	108	26.10.2018	9	09.11.2017	8,89
2019	159	756	16.06.2019	66	16.08.2019	−47	16.11.2018	8,03

Таблица Б.23 – р. Лена – с. Солянка $F = 770000$ Отметка нуля поста 119,42 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	353	1026	05.09.2008	257	25.10.2008	38	04.04.2008	9,88
2009	390	1073	07.05.2009	319	19.10.2009	60	04.04.2009	10,13
2010	313	1280	16.05.2010	269	09.10.2010	60	08.04.2010	12,2
2011	347	1394	09.05.2011	275	11.10.2011	70	09.11.2010	13,24

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2012		1180	11.06.2012	267	17.10.2012	45	09.04.2012	11,35
2013	326	1361	09.05.2013	210	14.10.2013	53	08.04.2013	13,08
2014	291	958	01.05.2014	210	15.10.2014	25	14.03.2014	9,33
2015	268	1108	08.05.2015	147	15.10.2015	55	31.03.2015	10,53
2016	272	1056	09.06.2016	159	10.10.2016	−24	09.11.2015	10,8
2017	290	1047	18.07.2017	217	12.07.2017	−41	31.10.2016	10,88
2018	338	1048	18.07.2018	232	24.10.2018	27	08.04.2018	10,21
2019	253	879	16.06.2019	142	16.08.2019	46	01.04.2019	8,33

Таблица Б.24 – р. Лена – п. Хатынг–Тумул $F = 798000$ Отметка нуля поста 112,87 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008		898	16.05.2008	105	24.10.2008			7,93
2009		1115	07.05.2009	148	19.10.2009			9,67
2010		1036	17.05.2010	97	10.10.2010			9,39
2011				111	20.07.2011			
2012		1048	13.05.2012	133	28.09.2012			9,15
2013				94	09.10.2013			
2014								
2015				18	15.10.2015			
2016		801	10.06.2016	69	10.10.2016			7,32
2017		909	14.05.2017	116	14.08.2017			7,93
2018		853	10.05.2018	87	23.10.2018			7,66
2019		659	15.05.2019	16	17.08.2019			6,43

Таблица Б.25 – р. Лена – с. Саняхтат $F = 812000$ Отметка нуля поста 105,78 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	431	1010	06.09.2008	299	23.10.2008	158	05.11.2007	8,52
2009	464	1255	08.05.2009	330	04.08.2009	181	20.04.2009	10,74
2010	353	1322	18.05.2010	250	12.10.2010	166	08.04.2010	11,56
2011		1227	11.05.2011					
2012	414	1235	15.05.2012	306	28.09.2012	100	18.04.2012	11,35
2013	366	1175	10.05.2013	234	13.10.2013	129	05.04.2013	10,46
2014	328	1115	03.05.2014	258	01.08.2014	129	30.10.2013	9,86
2015	294	997	10.05.2015	163	14.09.2015	96	30.10.2014	9,01
2016	312	1013	10.06.2016	252	07.10.2016	89	27.10.2015	9,24

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2017	318	1008	19.07.2017	256	15.10.2017	98	28.10.2016	9,1
2018	382	1315	11.05.2018	308	16.10.2018	120	31.10.2017	11,95
2019	282	891	16.05.2019	144	17.08.2019	110	12.11.2018	7,81

Таблица Б.26 – р. Лена – г. Покровск $F = 892000$ Отметка нуля поста 88,91 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	319	818	19.05.2008	276	03.08.2008	144	05.11.2007	6,74
2009	329	812	15.05.2009	259	18.10.2009	140	09.11.2008	6,72
2010	258	1199	20.05.2010	162	12.10.2010	116	03.11.2009	10,83
2011	267	829	13.05.2011	212	16.10.2011	77	02.11.2010	7,52
2012	311	879	19.05.2012	220	19.10.2012	94	13.04.2012	7,85
2013	270	949	14.05.2013	190	14.10.2013	99	18.04.2013	8,5
2014	233	759	07.05.2014	184	02.08.2014	84	20.03.2014	6,75
2015	205	816	12.05.2015	110	14.10.2015	48	07.04.2015	7,68
2016	239	735	12.06.2016	192	10.10.2016	55	31.10.2015	6,8
2017	240	704	21.07.2017	216	17.08.2017	61	03.11.2016	6,43
2018	274	902	15.05.2018	201	23.10.2018	95	10.04.2018	8,07
2019	193	669	18.05.2019	110	19.08.2019	64	04.04.2019	6,05

Таблица Б.27 – р. Лена – с. Табага $F = 897000$ Отметка нуля поста 84,87 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	322	881	20.05.2008	303	13.10.2008	68	10.04.2008	8,13
2009	350	841	14.05.2009	320	06.08.2009	90	19.04.2009	7,51
2010	277	1239	20.05.2010	242	09.10.2010	82	18.04.2010	11,57
2011	283	941	16.05.2011	238	24.07.2011	63	31.03.2011	8,78
2012	334	944	19.05.2012	274	01.10.2012	57	14.04.2012	8,87
2013	298	911	16.05.2013	222	13.10.2013	75	25.04.2013	8,36
2014	253	744	13.05.2014	212	02.08.2014	50	12.04.2014	6,94
2015	224	1037	13.05.2015	113	14.10.2015	36	13.04.2015	10,01
2016	257	825	13.06.2016	214	10.10.2016	31	04.04.2016	7,94
2017	261	798	22.07.2017	256	18.08.2017	43	19.03.2017	7,55
2018	308	1164	18.05.2018	248	23.10.2018	75	12.04.2018	10,89
2019	216	748	19.05.2019	129	19.08.2019	63	27.03.2019	6,85

Таблица Б.28 – р. Лена – г.Якутск $F = 904000$ Отметка нуля поста 85,2 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	10	665	19.05.2008	−11	13.10.2008	−248	09.04.2008	9,13
2009	48	558	14.06.2009	−28	21.10.2009	−189	26.11.2008	7,47
2010	−27	878	20.05.2010	−107	15.10.2010	−192	22.04.2010	10,7
2011	−34	848	16.05.2011	−100	24.07.2011	−305	07.04.2011	11,53
2012	28	706	20.05.2012	−53	30.09.2012	−269	19.04.2012	9,75
2013	−30	758	16.05.2013	−110	13.10.2013	−278	22.04.2013	10,36
2014	−81	443	13.05.2014	−108	03.08.2014	−328	06.04.2014	7,71
2015	−108	659	13.05.2015	−202	09.09.2015	−328	08.04.2015	9,87
2016	−76	541	13.06.2016	−97	10.10.2016	−345	08.04.2016	8,86
2017	−78	542	18.05.2017	−76	18.08.2017	−341	28.02.2017	8,83
2018	−31	693	16.05.2018	−52	18.10.2018	−299	09.04.2018	9,92
2019	−131	475	19.05.2019	−245	19.08.2019	−318	05.04.2019	7,93

Таблица Б.29 – р. Лена – р.п. Кангалассы $F = 912000$ Отметка нуля поста 80,5 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	315	1007	21.05.2008	263	18.10.2008	77	31.03.2008	9,3
2009	351	935	16.05.2009	287	21.10.2009	111	20.04.2009	8,24
2010	289	1184	21.05.2010	196	15.10.2010	139	16.04.2010	10,45
2011	284	1128	15.05.2011	220	24.07.2011	57	09.04.2011	10,71
2012	341	1049	20.05.2012	252	02.10.2012	57	18.04.2012	9,92
2013	291	1239	16.05.2013	201	13.10.2013	73	26.04.2013	11,66
2014	250	794	07.05.2014	203	04.08.2014	29	23.03.2014	7,65
2015	224	1031	14.05.2015	106	17.09.2015	30	09.04.2015	10,01
2016	244	802	14.06.2016	187	11.10.2016	21	12.03.2016	7,81
2017	249	880	19.05.2017	228	18.08.2017	22	08.03.2017	8,58
2018	285	907	16.05.2018	218	23.10.2018	10	23.04.2018	8,97
2019	204	764	19.05.2019	94	21.08.2019	35	18.04.2019	7,29

Таблица Б.30 – р. Лена – с. Намцы $F = 919000$ Отметка нуля поста 75,45 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2016								
2017		857	19.05.2017					
2018		847	17.05.2018					
2019		847	17.05.2019					

Таблица Б.31 – р. Лена – р.п. Сангар $F = 1680000$ Отметка нуля поста 57,06 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	328	1200	25.05.2008	358	12.10.2008	51	09.11.2007	11,49
2009	351	1075	19.05.2009	299	06.08.2009	90	10.11.2008	9,85
2010	296	1025	22.05.2010	231	12.10.2010	71	06.11.2009	9,54
2011	285	942	16.05.2011	282	30.07.2011	64	05.04.2011	8,78
2012	333	1180	16.05.2012	341	06.10.2012	83	08.11.2011	10,97
2013	314	948	15.05.2013	364	04.10.2013	50	09.11.2012	8,98
2014	275	1023	15.05.2014	271	11.10.2014	55	05.11.2013	9,68
2015	244	1035	18.05.2015	171	12.10.2015	−16	02.11.2014	10,51
2016	283	771	17.05.2016	264	10.10.2016	−18	06.11.2015	7,89
2017	290	980	22.05.2017	285	18.07.2017	18	31.10.2016	9,62
2018	322	1312	20.05.2018	346	10.09.2018	81	14.04.2018	12,31
2019	274	1134	20.05.2019	176	24.08.2019	76	08.04.2019	10,58

Таблица Б.32 – р. Лена – с. Жиганск $F = 2260000$ Отметка нуля поста 28,11 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	201	1254	29.05.2008	208	14.10.2008	−147	20.04.2008	14,01
2009	181	1047	28.05.2009	139	10.08.2009	−108	23.04.2009	11,55
2010	106	974	28.05.2010	51	11.10.2010	−162	09.04.2010	11,36
2011	120	1064	23.05.2011	126	31.07.2011	−189	21.04.2011	12,53
2012	210	1109	24.05.2012	165	10.10.2012	−151	01.05.2012	12,6
2013	178	1174	22.05.2013	158	07.10.2013	−188	30.04.2013	13,62
2014	156	1069	20.05.2014	151	06.09.2014	−90	10.04.2014	11,59
2015	107	1366	25.05.2015	30	14.09.2015	−171	04.11.2014	15,37
2016	104	932	23.05.2016	173	24.09.2016	−260	31.10.2015	11,92
2017	87	915	29.05.2017	99	24.07.2017	−270	28.03.2017	11,85
2018	123	1484	27.05.2018	136	26.08.2018	−190	12.04.2018	16,74
2019	87	1395	27.05.2019	−76	30.08.2019	−154	28.04.2019	15,49

Таблица Б.33 – р. Лена – гм.ст. Джарджан $F = 2370000$ Отметка нуля поста 11,34 м БС

Год	Средний	Высший		Низший				Амплитуда
				открытого русла		зимний		
	Н, см	Н, см	Дата	Н, см	Дата	Н, см	Дата	м
2008	643	1901	31.05.2008	650	29.07.2008	160	28.04.2008	17,41
2009	604	1981	29.05.2009	608	10.08.2009	238	20.04.2009	17,43
2010		1797	03.06.2010	478	05.10.2010	52	07.05.2010	17,45
2011				478	05.08.2011			
2012	613	1812	26.05.2012	602	24.08.2012	128	07.05.2012	16,84
2013	616	1826	01.06.2013	643	29.09.2013	119	02.05.2013	17,07
2014								
2015	527	1584	27.05.2016	516	27.09.2016			10,68
2016		1718	02.06.2017	325	25.07.2017	139	14.05.2017	15,79
2017				480	01.09.2018			
2018	445	1903	02.06.2019	202	30.08.2019	63	04.05.2019	18,4
2019	643	1901	31.05.2008	650	29.07.2008	160	28.04.2008	17,41

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Хронологические графики среднегодовых температур воздуха

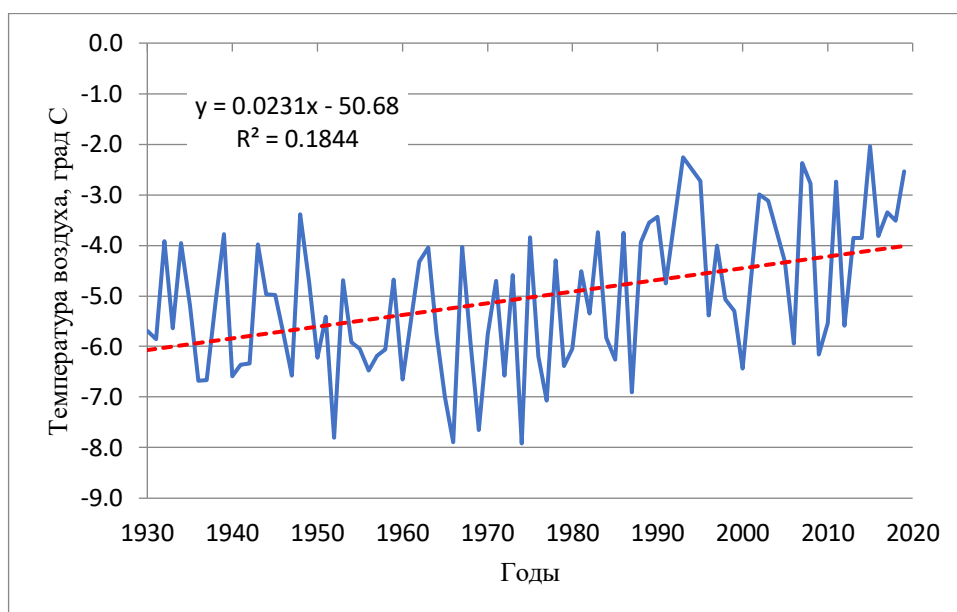


Рисунок В.1 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха по МС Витим.

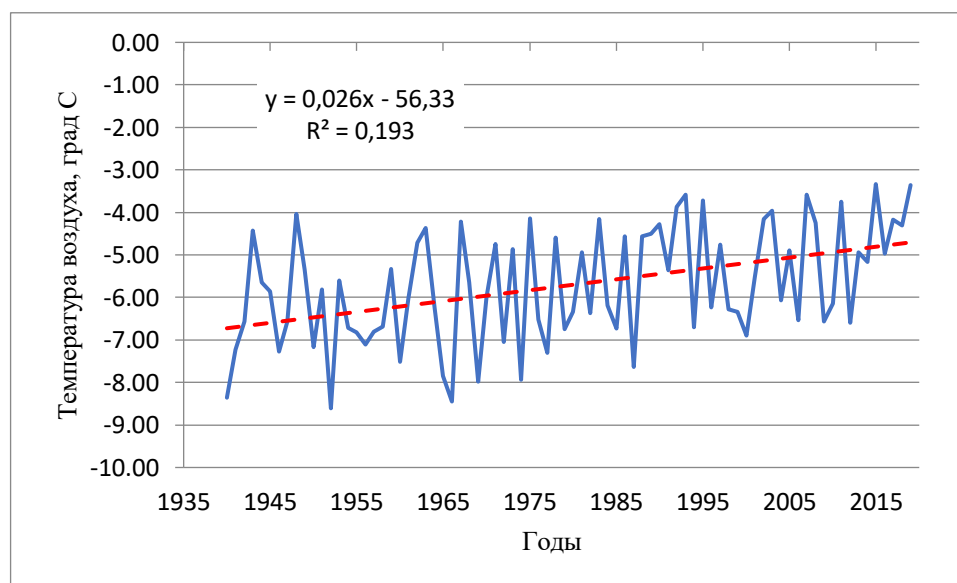


Рисунок В.2 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха по МС Ленск.

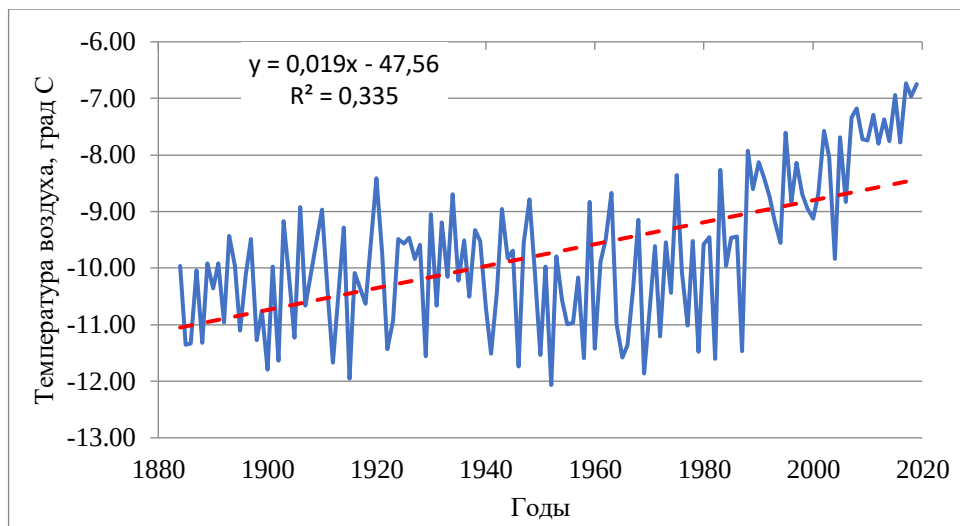


Рисунок В.3 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха по МС Якутск.

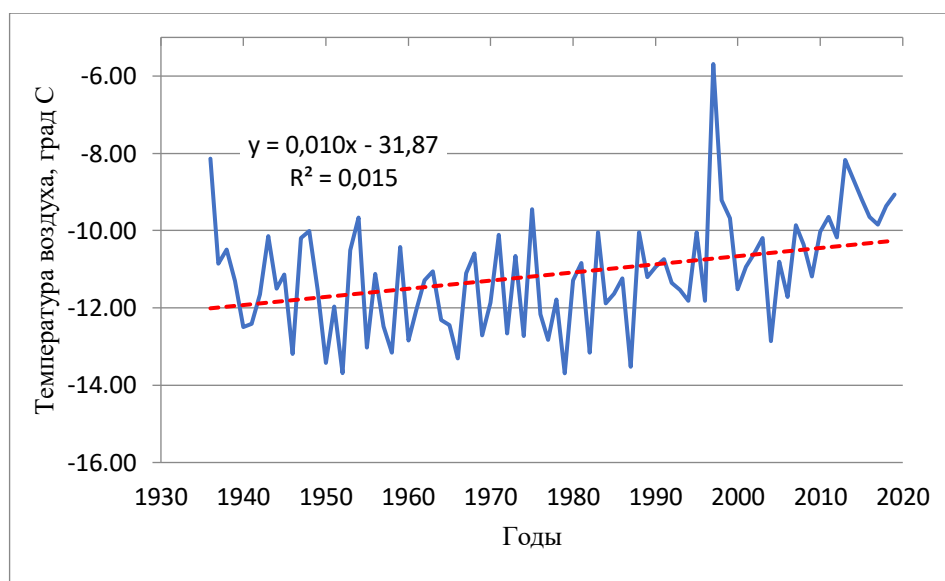


Рисунок В.4 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха по МС Жиганск.

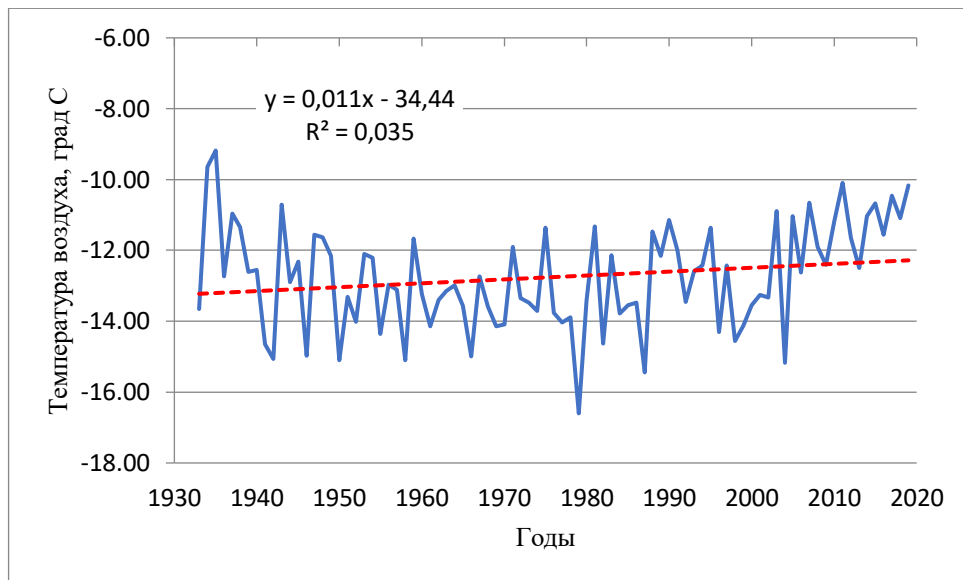


Рисунок В.5 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха по МС Тикси.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Хронологические графики годовых сумм осадков

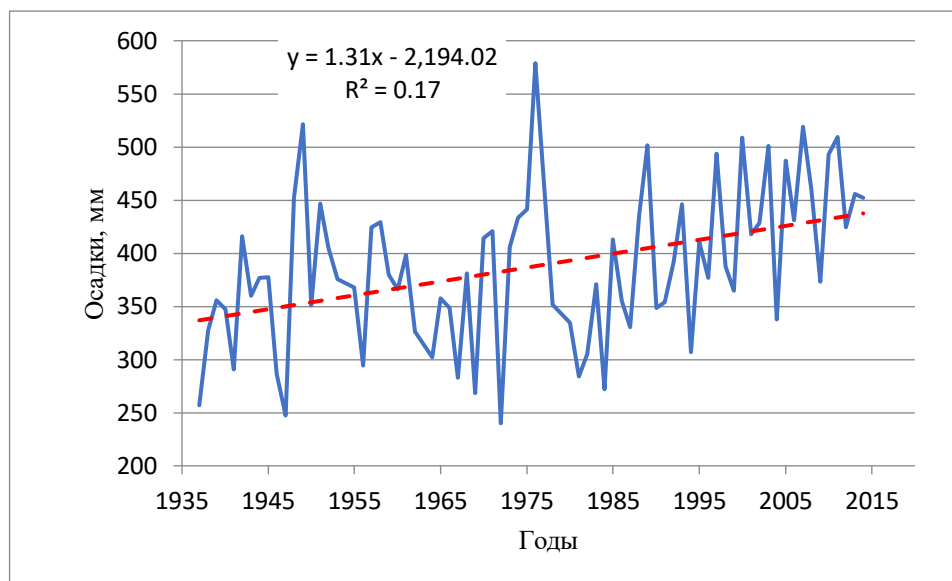


Рисунок Г.1 – Хронологический график годовых сумм осадков по МС Жиганск.

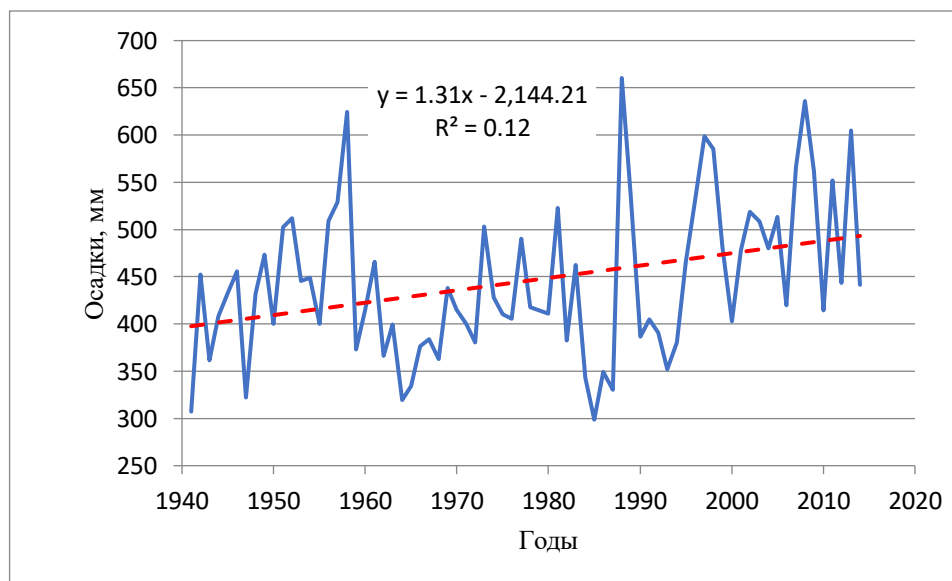


Рисунок Г.2 – Хронологический график годовых сумм осадков по МС Ленск.

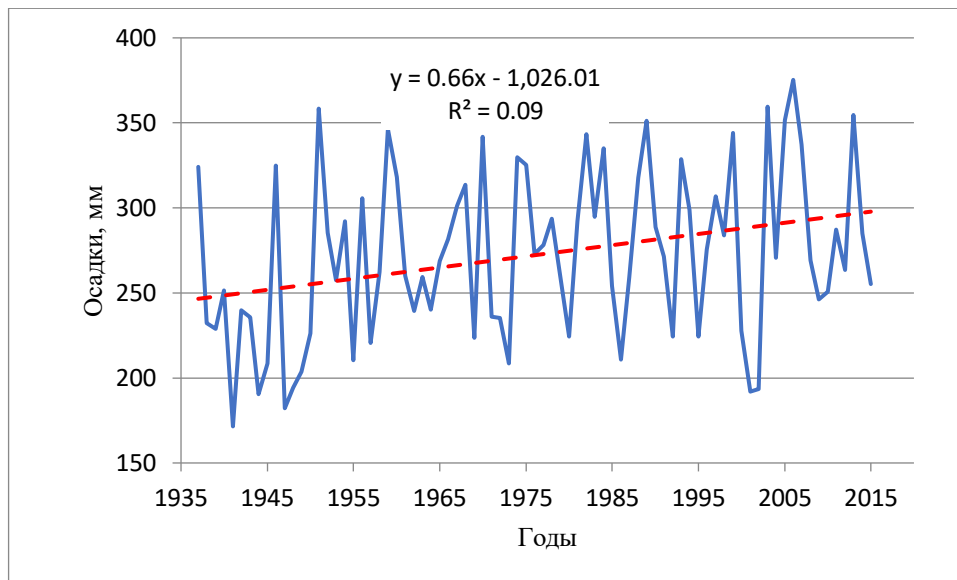


Рисунок Г.3 – Хронологический график годовых сумм осадков по МС Якутск.

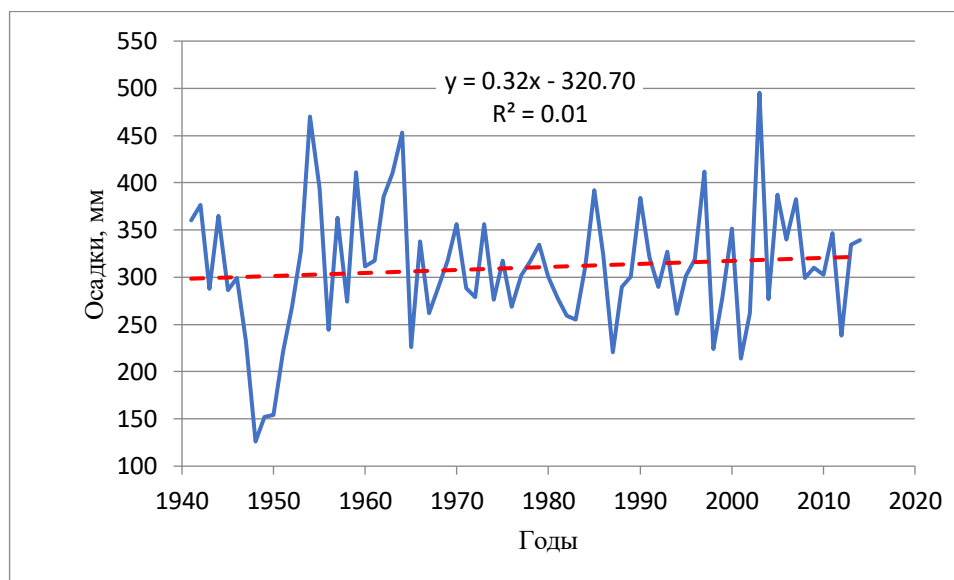


Рисунок Г.4 – Хронологический график годовых сумм осадков по МС Тикси.