



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный гидрометеорологический университет»
(РГГМУ)

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

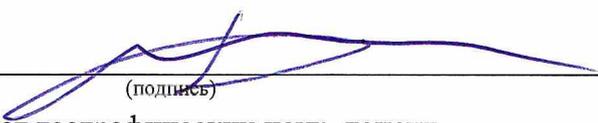
На тему **Русловой процесс реки**
Анти-Паетаяха

Исполнитель Кинзябулатова Илюза Ильдаровна
(фамилия, имя, отчество)

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

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

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

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«6» июня 2022г.

Санкт-Петербург
2022

2. ОСОБЕННОСТИ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА.....	16
3. РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧНЫХ ИЗЛУЧИН.....	30
3.1.....	30
ТИПИЗАЦИЯ ГГИ	30
3.2. МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ РЕЧНЫХ ИЗЛУЧИН	35
4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ	40
4.1. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РГГМУ	40
Заключение.....	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
Приложение.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное воздействие, выраженное активными или пассивными мероприятиями в руслах и поймах рек, приводит к изменению водности рек, а также к изменению русловых процессов. Поэтому необходим прогноз русловых процессов. Прогноз русловых деформаций может быть локальным, где прогнозируется стадия развития какой-либо излучины, а также глобальным, где рассматривается значительный участок реки. При таком подходе можно вывести максимальные характеристики излучин, также постараться ответить на вопрос: «Если прорывается одна речная излучина, прорвется ли вторая?», другими словами, есть ли закономерности в последовательном строении излучин.

Целью выпускной квалификационной работы является определение закономерностей строения излучин на реке Анти-Паетаяха.

К задачам относятся:

1. Получение закономерности распределения характеристик излучин реки.
2. Характеристика излучин реки Ямальского полуострова реки Анти-Паетаяха с излучинами рек Гыданского полуострова.
3. Выявление предельной степени развития излучины.

Тема моей выпускной квалификационной работы является актуальной, поскольку можно спрогнозировать русловые деформации локально (в пределах одной излучины) и на значительном участке реки.

1. ОСОБЕННОСТИ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА НА РЕКИ АНТИ-ПАЕТАЯХА.

Поскольку в данной работе будет представлено исследование закономерности строения излучин на реки Анти-Паेतаяха, ниже будет приведена характеристика района исследования, характеристика климата и водного режима.

1.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Обская губа — самый крупный залив Карского моря, эстуарий реки Обь, расположен между полуостровами Гыданский и Ямал. В восточной части залива от него ответвляется Тазовская губа, в которую впадает река Таз (рисунок 1). Площадь акватории двух водоемов - около 90 тыс. км². Глубина Обской губы - до 25 м, Тазовской - до 9 м.

Реки, которые были исследованы, находятся непосредственно на Гыданском полуострове и полуострове Ямал.

По классификации Н.А. Гвоздецкого район исследований относится к тундровой равнинной широтно-зональной области Гыданской провинции Юрибейской подпровинции.

Полуостров Гыдан является частью провинции Гыдан. Полуостров Гыдан, образованный рядом морских террас, большая часть площади его поверхности расположена выше над уровнем моря (100-120 м) и очень сильно расчленен густой овражно-долинной сетью на крутонаклонных водораздельных хребтах, подвержен интенсивным процессам стока грунта, дефляции верхних частей.

Для Гыдана характерна зональная дифференциация ландшафтов.

Плоские водно-болотные равнины характерны в основном для крайней северной части провинции, где расположен район разведки.

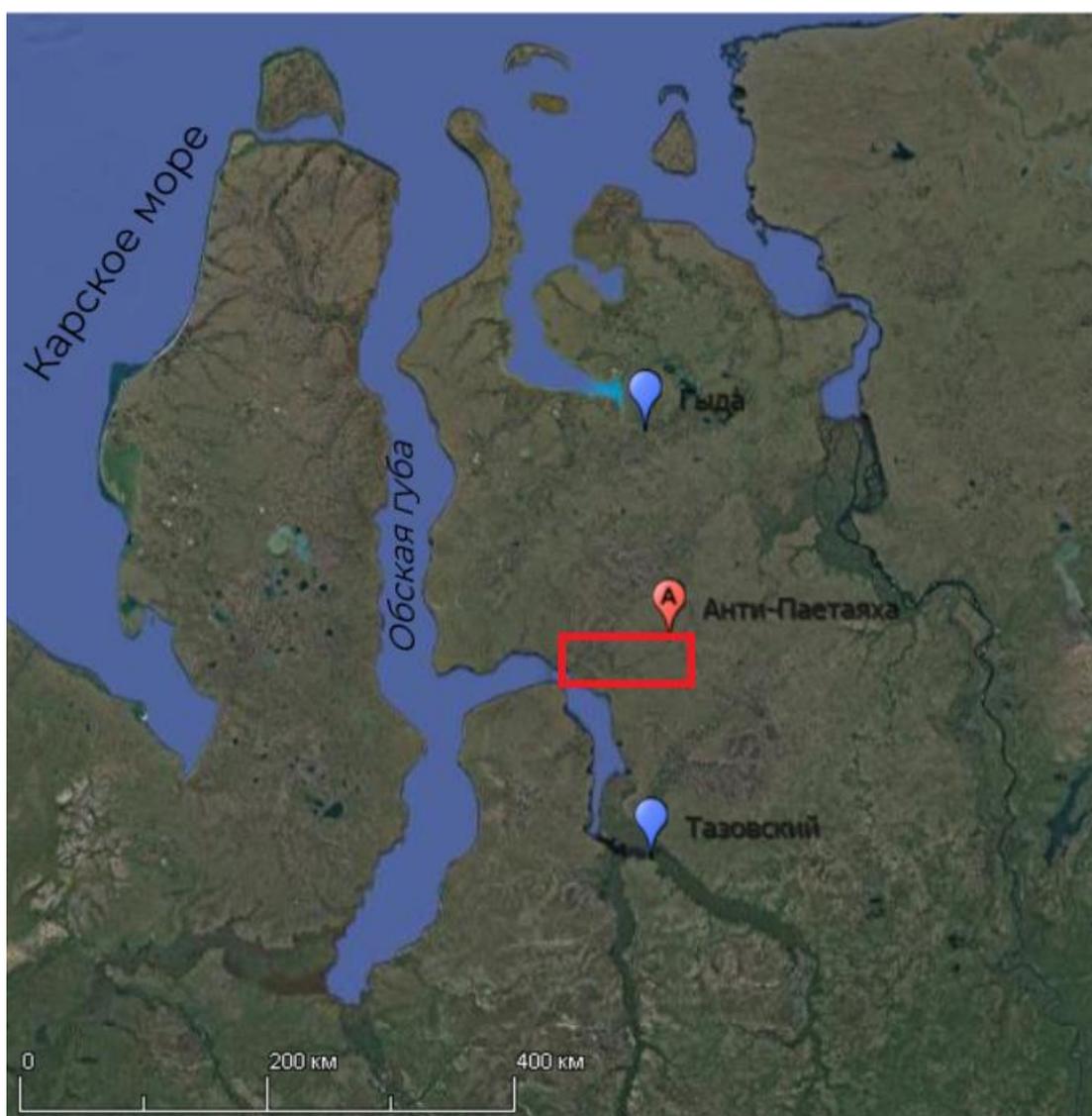


Рисунок 1 – Расположение участка исследований
(Прямоугольником выделена зона исследуемой реки)

Большая часть тундры представляет собой равнину, образованную морем.

Прибрежные равнины впадают в Карское море и его заливы, которые имеют несколько морских террас, разделенных относительно ровным рельефом. У них много заболоченных участков - пастбищ, которые во время приливных ветров затапливаются водами Карского моря и обычно заселены болотистой растительностью.

На полуострове, поверхность которого образована на месте Последнего морского перехода, террасные равнины моря, аллювиальные и аллювиальные озера перемежаются довольно плотной речной системой.

Имеются возвышенные участки террас, накапливающие ссадины, заполненные плотной сетью оврагов, пещер, углублений, установленных на глубинах 10-15 и 25-50 м. Термокарстовый процесс играет важную роль в развитии сети ущелий. Удаление льда из вен приводит к тому, что полости превращаются в овраги и овраги. Самые распространенные ущелья имеют длину менее 0,5 километра, глубину 10-20 метров и ширину до 10-25 метров. Вдоль побережья есть общественные зоны высотой до 10 метров. Это низинные болота и широкие поймы, покрытые многоугольной тундрой. Поймы многочисленных рек резко расширяются на несколько километров по мере продвижения к морю, часто песчаные или болотистые низменности сильно изрезаны старыми деревьями и каналами. На побережье часто встречаются скалистые обнажения, современные морские террасы, пляжи, набережные, променады и бары.

Широко распространены ледники и водные ледники, образовавшиеся во время Демьянского, Самарского и Зирджанского ледников.

По словам А. И. Попова. В Западно-сибирской тундре непрерывно распределяется равномерный слой мерзлых пород толщиной 400-700 м и температурой -5 -9.

Вечная мерзлота определяет специфику физико-географических процессов. Формы рельефа, связанные с процессами вечной мерзлоты, распространены по всему региону. После того, как ледяные почвы были извлечены, образовались обветшавшие озера, обветшавшие бассейны, обветшавшие впадины, впадины. Насыпи вечной мерзлоты обычно достигают высоты 3-5 м, реже достигают высоты 15-20 м. самые большие курганы, гидролаколиты, достигают высоты 25-30 метров.

Нивильные процессы развиваются по всей тундровой зоне, что особенно заметно в подзоне арктической тундры. Распространены различные формы термокарста-Озерной впадины и другие элементы негативного рельефа.

Растительный покров тундровой зоны – это сложное сочетание тундр и болот.

Условия здесь крайне суровые, поэтому растения недолговечны, обычно имеют ползучую или мягкую форму. В основном это пышные лишайники, зеленые мхи и камыши. Северная часть полуострова Гыдан покрыта арктической тундрой, абсолютно без деревьев и без торфяного покрова. Несомненно, в их покровах преобладают цветущие растения: полярные маки, каменные жуки, охика, тетраэдрическая Кассиопея. В северной субарктической тундре вершины бассейна заняты травянистыми лишайниками и мшистой тундрой. На приподнятых участках растения оседают только в углублениях и трещинах, которые зимой переполнены снегом и менее подвержены сильным ветрам. В таких местах распространены зеленые мхи, лишайники, низкорослые камыши, куропатки, кассиопеи, маки, альпийские медведи. Встречаются как карликовые березы, так и различные виды северной ивы; их высота редко превышает 3-5 см, практически везде арктическая тундра заболочена, под ними образуются торфяно-глинистые почвы. Значительные территории здесь занимают соломенные минеральные болота, разбитые на своеобразные свалки сильной сетью морозных трещин.

В этой подзоне арктических тундр три основных свойства почвы в автономном режиме комплекс: 1-арктотундарные перегнойно-ледник почвы с признаками остаточного соли для лизания полигоны-блоки и илисто — земля ледник межблочных впадины; 2-арктотундарные теперь болотные перегнойно-земля ледник полигоны, 3 — торфяно-перегнойно-ледник цилиндр почвы и болота илисто-земля ледник морозные трещины. Первый из этих автономных комплексов ограничен средним уровнем морских террас с мохово-меховой и соломенной растительностью; во-вторых, он простирается до лагунно-заложенного геоморфологического уровня с водорослями -

камышом и мохово—пушисто-дриадной растительностью, а в-третьих, до остатков высокой морской террасы с мохово-зерновой-пушистой растительностью.

Климат тундрового региона суровый. На севере полуострова Хайдан практически нет суток со средней температурой 10 и выше.

Характерный морской климат всей тундровой зоны, особенно выраженный в арктическом субрегионе, проявляется в задержке начала самых холодных и жарких месяцев года, особенно по сравнению с континентальными регионами.

1.1.1. Климатическая характеристика

Зона исследований согласно СНиП 23-01-99* и СП 131.13330.2018 (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*) относится к I району, 1 Г подрайону климатического районирования для строительства.

Территория исследований в соответствии с районированием СНиП 2.01.07-85* относится:

- по весу снежного покрова – к IV району (2,4 кПа); - по средней скорости ветра, м/с, за зимний период – к 6 району; - по нормативному значению ветрового давления – к IV району (0,48 кПа); - по толщине стенки гололеда – к II району (5мм).

Территория исследований в соответствии с районированием СП 20.13330.2016 относится:

- по весу снежного покрова – к IV району (2,4 кПа); - по средней скорости ветра, м/с, за зимний период – к 6 району; - по давлению ветра – к V району (0,60 кПа); - по толщине стенки гололеда – к II району (5 мм).

Климатическая характеристика района исследований приводится по ближайшей метеостанции Гыда-Ямо, расположенной в 58 км к северо-западу от п. Гыда, недостающие данные – по м/с Тамбей, м/с Тадибе-Яга.

Климат на этой территории очень суровый. Длинная зима. Холодная. Лето короткое, холодное. Последние весенние и осенние заморозки начинаются раньше, чем заканчивается весенний сезон. В летнее время проявляется незначительное снижение его температуры. В холодный период года на континенте господствуют антициклонические явления, без осадков.

В целом в районе суровый континентальный климат с длинной зимой и коротким летом, суровые зимы-короткий сезон весны и осени. Очень короткий период безморозности.

Даже экстремальные колебания температуры в течение дня и в течение года.

Средняя годовая температура воздуха составляет м / с или минус 11,2, среднемесячная температура воздуха самый холодный месяц-январь, минус 27,6, а самый жаркий июль-плюс 9,6. Абсолютный минимум температуры приходится на Февраль – минус 58 ° С, абсолютный максимум-плюс 31 на июль. По данным метеостанции Дудинка температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 – минус 47 °С, обеспеченностью 0,92 – минус 46 °С, наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 – минус 53 °С, обеспеченностью 0,92 – минус 50 °С.

Продолжительность безморозного периода 64 дня, устойчивых морозов 222 дня.

Дата первого заморозка –29 августа, последнего - 25 июня.

311 мм осадков выпадает в течение года, 149 мм-с октября по апрель, а 187 мм-с мая по сентябрь, соответственно, больше осадков в теплый период. Даты и указывает ниже аномальных температур выше 0 ° С в соответствии с 10 июня и 26 сентября. Средняя дата образования твердого снежного покрова-9 октября, а его разрушения-10 июня. Высота снежного покрова составляет в среднем 43 см на протяжении всего года.

В течение круглогодичного периода местный режим ветра меняется в зависимости от всех условий и факторов. Отдельные точки, влияющие на направление ветра из-за местных условий: неровность местности, долина реки

имеет различные препятствия. Преимущественно преобладают ветры южного направления, Юго-Западного, Северо-Восточного и северного направлений.

Средняя годовая скорость ветра: 6,3 м / с, в январе – 6,6 м / с, в июле-6,1 м / с.

Наблюдаемый в течение года туман, метель, холод, воздух, а также другие явления. Они доступны в течение большого периода повторяемости. В среднем за год наблюдается 52-дневный туман, метель 94 дня с дождем, 42 дня с изморозью.

Характеристика опасных гидрометеорологических процессов

Из опасных гидрометеорологических явлений, указанных в «Перечне опасных гидрометеорологических процессов и явлений» приложения Б и В СП 11-103-97, в районе проектируемого карьера наблюдаются снежные заносы, гололед и скорость ветра более 30 м/с. Опасное гидрометеорологическое явление, указанное в «Перечне опасных гидрометеорологических процессов и явлений» приложения Б СП 11-103-97, - затопление площадки карьера указанными водными объектами не наблюдается.

- Снежные заносы

В холодный период года снежный покров часто сопровождается метелью. Благоприятные условия для транспортировки снега создаются благодаря высокой скорости ветра, сухому снежному покрову и длительной продолжительности метели. В рассматриваемом регионе снежные бури чаще всего связаны с течением южных, западных и северо-западных штормов. Особенно интенсивные снежные бури наблюдаются, когда сходятся фронтальные зоны ураганов северного и южного происхождения. Снежные бури в рассматриваемом районе начинаются в сентябре и продолжаются до конца июня. Среднее число дней с метелью за год по м/с Гыдо-Ямо – 94, наибольшее число дней с метелью по наблюдается в декабре – 25 дней.

Направление ветра во время метели совпадает с преобладающим зимним течением с юго-запада, юго-востока или юга. Метели характеризуются

скоростью ветра от 6 до 9 м / с. Средняя продолжительность метели в день с метелью достаточно значительна.

Повторяемость метели продолжительностью более суток в районе наблюдаются в 4-7% случаев.

Направление ветра при метелях совпадает с преобладающим зимой юго-западным или южным потоком. Средняя годовая скорость ветра составляет 6,3 м/сек, за январь – 6,6 м/сек, за июль – 6,1 м/сек.

Средний за зиму перенос снега (м³ на 1 м погонной длины) по м/с Новый Порт составляет 1286 м³/м, максимальный – 2127 м³/м (зима 1939-1940 годов).

- Гололед

Ледяная нагрузка создается отложениями льда и инея (гололед, иней, мокрый снег). На рассматриваемой территории условия для образования льда редки.

Заморозки обычно отмечаются с сентября по май, бывает что, в октябре.

Диаметр ледяного налета в 98% случаев составляет не более 16 мм, включая проволоку толщиной 5 мм.

На рассматриваемой территории преобладает кристаллический иней, так как зерно образуется при относительно высокой температуре. Среднегодовое количество морозных дней превышает 60. С октября по май (иногда летом) бывают заморозки с максимальным повторением в ноябре-январе. Диаметр зернистых морозных отложений обычно не превышает 35 мм, кристаллических - 50 мм.

Мокрый снег наблюдается редко: 1 – 5 раз в 10 лет.

- Ветер

Согласно приложению В СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства», количественным показателем проявления опасного гидрометеорологического процесса при проектировании считается скорость ветра более 30 м/с, при порывах более 40 м/с.

1.1.2. Гидрографическая характеристика

Гидрографическая сеть рассматриваемой территории принадлежит бассейну Карского моря, бассейну р. Гыда (Гыданской губе), бассейну р. Анти-Паетаяха (Тазовской губе) и представлена большим количеством рек с постоянным стоком и озерами термокарстового происхождения. Согласно приведенному в монографии «Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири» (Под ред. С.М.Новикова - СПб.: ВВМ, 2009 г) районированию исследуемая территория относится к четвертому гидрологическому району.

Четвертый регион включает реки в тундровой зоне к северу от широты Северного полярного круга, которые, как правило, небольшие. Многие из них представляют собой короткие каналы, соединяющие многочисленные озера. Поскольку местность плоская и близка к земле, где находится вечная мерзлота, границы тундры содержат небольшие долины, низкие, очень извилистые русла рек и неглубокие пляжи. Основное питание рек обеспечивается снегом и осадками на поверхности.

Водотоки рек характеризуются весенней и летней половинами. Летне-осенний период характеризуется образованием одного или нескольких дождевых паводков.

Четвертая область – это область в основном монолитных структур толщиной с мерзлоту, где часто встречаются заселенные ледники и вздувающиеся многолетники. Здесь наиболее благоприятные условия для образования морозостойкого растрескивающегося грунта, повторяющегося гололеда в безлесных северных районах и на торфяных болотах.

Из-за равнинного рельефа и небольшого расчленения речных долин сброс поверхностного стока замедляется, а естественный сток подземных вод невелик. Это связано с широким распространением болот в регионе и

значительной массой водно-болотных угодий в бассейнах рек. Резервуары для речной воды

Особенно часто встречаются полигональные болота.

Плотность речной сети на исследуемой территории составляет 0,70-0,80 км/км².

1.1.3. Водный режим

Система водоснабжения в регионе имеет несколько региональных особенностей, связанных с возникновением вечной мерзлоты.

Водные объекты на исследуемой территории относятся к типу Западной Сибири. В зависимости от характера водного объекта реки относятся к типу рек с весенними и летними паводками и паводками в теплое время года. Их отличает, прежде всего, снеговое питание, недостаточная связь с верхним горизонтом подземных вод (из-за наличия слоев вечномерзлых пород и льда) с нижними горизонтами. Наземное питание очень незначительно из-за наличия вечной мерзлоты.

Во время весенних и летних паводков в реки исследуемой территории поступает 75-90% общего годового стока. Большой объем весеннего стока в основном обусловлен продолжительностью холодного периода года, в течение которого накапливаются осадки. Для характеристики годового распределения стока вводится следующее деление на сезоны: весна-V-VII лето-осень-VIII-X зима-IX-IV.

1.1.4. Уровненный режим

Наличие воды в замерзших реках в этом районе отмечается за 5-10 дней до даты пересечения при среднесуточной температуре воздуха 0°C. днем положительные температуры воздуха в этот период вызывают таяние снега на склонах долин и особенно на склонах южной экспозиции. Вода, образующаяся

при таянии снега, стекает в русла рек и ручьев. В результате снег, лежащий на поверхности ледяного покрова водоемов, постепенно насыщается талой водой. В то же время уровень воды находится в снежном покрове. После перехода к среднесуточным температурам выше 0°C интенсивность подъема уровня воды в реках в первые сутки возрастает на 40-60 см/сут, а за 2-3 дня - до 70-100 см/сут. В некоторых местах уровень воды поднимается выше уровня снега, образуя небольшие озера. Однако в начале рассматриваемого периода до сих пор не наблюдалось оттока воды. Средний уровень воды в реках перед началом стока составляет 1,5-2,0 м. Сток начинается в малых реках через 2-3 дня после изменения среднесуточной температуры на 0°C. Интенсивность повышения уровня воды в реках после начала стока уменьшается на 10-30 см/сут. Весенние паводки на рассматриваемых реках являются самыми высокими в течение 2-6 дней после перехода среднесуточной температуры воздуха к 0 °с, продолжительность высоких уровней составляет 4-5 дней. В среднем самые крупные весенние паводки начинаются во второй декаде июня, а последняя дата приходится на конец июня. Весенний подъем уровня воды составляет 250-300 см. Гидрографии малых и средних рек в полигональной болотистой зоне имеют ярко выраженный пильный характер.

Согласно наблюдениям, максимальные годовые уровни воды в реках, как правило, наблюдаются во время весеннего ледохода, который отмечается в середине июня.

Поскольку исследуемые водозаборы расположены в устьях рек, максимальные уровни рассматриваемых рек во многом зависят от максимальных уровней в Гыданском и Тазовском заливах, которые определяются явлением заторов. Максимальный годовой уровень воды на р. Анти-Паеаяха за период наблюдений изменялся от 376 см (1989 г.) до 498 см (1993 г.).

Низкий сезон уровня воды в конце зимы составляет около 20-30 дней. Различия в продолжительности снижения уровня воды в разных районах водосбора невелики из-за довольно длительного таяния снежного покрова

ущелья, что характерно для всех Гыданей. Интенсивность снижения уровня в начале весеннего половодья, равная 30-40 см/сут, быстро снижается до 5-10 см/сут. Осадки в этот период вызывают резкое кратковременное повышение уровня воды в реках.

Летне-осеннее взаимодействие рек в рассматриваемой зоне, которое наступает в начале июля, характеризуется незначительными (10-20 см) колебаниями уровней. Выпавшие осадки в этот сезон вызывают кратковременные паводки, максимальная амплитуда уровней воды, которая по наблюдениям составляет около 50-70 см. Анализ полученных данных показывает, что более высокие уровни воды летом-осенью и зимой на 1,0 - 2,0 м ниже, чем во время прилива.

Наблюдения показали, что в этом районе могут быть осушены водные потоки площадью менее 1 км².

В период с октября по ноябрь реки начинают замерзать. Из-за нехватки подземных ресурсов в них постепенно оседают отходы.

Река Анти-Паетаяха

р.Анти-Паетаяха - река в центральной части Тазовского района, на юге Гыданского полуострова. Течет с востока на запад и впадает в Тазовскую губу Карского моря у с. Антипаюта. Длина 242 км, площадь водосбора 6640 км².

В бассейне реки насчитывается 1000 водотоков длиной менее 10 км и около 60 рек длиной более 10 км, в том числе 11 рек имеют длину более 50 км. Основные притоки – Тынгэва-Паетаяха (справа на 47 км от устья, длина реки 177 км, площадь водосбора 2570 км²) и Салпада-Яха (слева на 135 км от устья, длина реки 114 км, площадь водосбора 1100 км²).

Ширина русла реки на всем протяжении колеблется от 20 до 390 м. Глубины на оси 2,0-9,3 м. Дно песчаное. Средняя скорость течения – 0,6 м/с. Питание реки преимущественно снеговое, доля грунтовых вод из-за наличия вечной мерзлоты очень мала. Половодье в июне - августе.

Средний многолетний годовой расход воды (расчетный) около 50 куб. м/с, объем годового стока реки около 1,6 куб. км.

Протока Паетаяха.

Протока отходит от р. Анти-Паютаяха на 11 км от устья, течет в северо-западном направлении, затем резко поворачивает на юг и впадает в Тазовскую губу. Длина протоки 10 км. Гидрологический режим протоки Паетаяха зависит от режима Тазовской губы.

Ширина русла на всем протяжении колеблется от 80 до 150 м. Глубины на оси 0,8- 3,0 м. Дно песчаное. Средняя скорость течения – 0,3-0,5 м/с. Берега протоки пологие, заболоченные.

С апреля 1987 г. до начала 1995 г. Росгидрометом проводились гидрологические наблюдения на водомерном посту речного типа, расположенном на левом берегу протоки Паетаяха в 1 км от разветвления с рекой Анти-Паетаяха. Отметка нуля графика поста минус 2,00 м Балтийской системы. Наблюдения за уровнем воды производились на посту при помощи самописца Валдай, установленного на эстакаде водозаборной станции.

Температура воды измерялась в створе поста у берега, а толщина льда и высота снежного покрова - на середине протоки Паетаяха.

2. ОСОБЕННОСТИ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА

Наличие вечной мерзлоты оказывает значительное влияние на водную систему обширной территории центральной и Восточной Сибири, а также Дальнего Востока. Прежде всего, это проявляется в исключительно слабом грунтовом снабжении рек в зоне вечной мерзлоты, поскольку замерзшие воды (в активном слое и в таликах) здесь очень слабые и быстро замерзают при наступлении морозов или истощаются, а оттоки замерзших вод относительно редки. Поэтому одной из основных характеристик систем является аномально низкое содержание воды в реках зоны вечной мерзлоты зимой, даже полное

замерзание и сток, что наблюдается даже в крупных реках. Другой характеристикой системы является относительно слабое развитие эрозионных процессов, поскольку связанные с вечной мерзлотой почвы трудно размыть и предотвратить глубокую эрозию. Из-за этого преобладает боковая эрозия. Существует также несколько различий в условиях вечной мерзлоты в термальных и ледовых системах рек. На тепловую систему рек существенное влияние оказывает теплообмен с руслом реки. Речной лед характеризуется замерзанием, интенсивным ледообразованием и другими явлениями, связанными с вечной мерзлотой.

Извилистость, исключительно широкая пойма (результат их интенсивной боковой эрозии) являются основными особенностями тундровых рек. Растительность преобладает в поймах лесотундры и северных рек Тайги, что существенно влияет на процессы стока и фильтрации поверхности почвы. По тем же причинам течение наводнений и наводнений в этих районах также имеет свои особенности (крутые подъемы и спады наводнений и наводнений). Расширение русла реки и усиление вторичной эрозии, повышение уровня воды и накопление наносов определяют пропускную способность рек. Развитие русел рек происходит с разной скоростью в периоды, когда содержание воды в реках увеличивается и уменьшается. Во время сезонов дождей рост происходит с глубокой эрозией, удалением отложений вниз по течению, сужением русла и выпрямлением. В засуху, наоборот, происходит заполнение русел отложениями, расширение русел, ухудшение боковой эрозии, усиление извилистости рек. Удовлетворительный прогноз формирования впадины невозможен без прогнозирования циклов влажного и сухого климата в ближайшие 30 или более лет. Интенсивность боковой эрозии и развитие меандров обусловлены, среди прочего, поступлением отложений со сторон долины. Интенсивность этих процессов в большей степени определяется солифлюкцией, но она также косвенно связана с содержанием воды в реках. Разложение мороженого из-за потепления (в том числе кратковременного), интенсивность солифлюкции увеличивается, а боковая эрозия усиливается.

Вероятно, именно это решает проблему увеличения вторичной эрозии в засушливые периоды, а не заболачивания рек. Повышение производительности сезонно растаявшего слоя, а также разложение мороженого при других равных условиях приводит к увеличению глубины проникновения осадков. В результате повышения эффективности фильтрации увеличивается доля почвенного стока, что приводит к снижению мощности глубокой эрозии, увеличению накопления сыпучего материала и, как следствие, усилению боковой эрозии и расширению ленточного меандра. В этом отношении мнение о том, что усиление боковой эрозии во время потепления является результатом значительного изменения водности рек, не может рассматриваться в качестве основного соображения. Основную роль в этом процессе могут сыграть факторы, способствующие изменению морозных условий. Понятно, что таяние мерзлых грунтов приводит к их конденсации и отложению. Замерзание также оказывает негативное влияние на работу линейной части газопроводов из-за связки, которая идет с ним, не говоря уже о несущих конструкциях.

[В то же время несколько авторов отмечают, что отдельные деформации могут быть выполнены быстрее, чем в умеренной зоне. По словам Н.Б. Барышниковой, это способствует криогенным процессам на прибрежных склонах. По словам Г.А. Зернова, малое количество запланированных деформаций извилистых рек во время паводков допускает сильные деформации в междуречье при таянии берегов. Х. А. Маккавеев и Р.В. С. Чалов, В.М. Беркович и В.Б. В. Матвеев и Г.А. Панин полагают, что мезоформы русла реки деформируются медленнее, чем вдоль побережья, что приводит к большей относительной ширине в руслах рек зоны ММП.]

Х. А. Маккавеев указал, что роль ММП зависит от размера реки, т.е. дно крупных рек находится в расплавленном состоянии и доступно для эрозии, а на малых замерзших реках ММП граничит с деформацией. Эту точку зрения разделяют Н. Б. Барышников и С. С. Коржуев, которые объединяют масштаб воздействия SR с размером реки и оттоком тепла Ф.Э.Арэ. Пример с

небольшими водными потоками на Ямале показал, что наводнение в них происходит на снежно-ледяном дне, не вызывая эрозии дна и берегов. Центральные и крупные реки криолитозоны, утверждает Ф.Э.Арэ . Являются, скорости деформации, а также реки в зоне, не подверженной вечной мерзлоте. Дж. Брайс, изучавший реки Аляски, пришел к такому же выводу, что Ф.Э.Арэ.

Т.Н.Каплина впервые показала, что мерзлое состояние грунтов не ограничивает их размыв и даже может ускорить его при большой льдистости грунта. Эту точку зрения разделяют Ф.Э.Арэ, В.А.Иванов,

А.В.Шестаков, а также В.Ф. и Д.В.Снищенко, Однако, Ф.Э.Арэ и В.А.Иванов отмечают, что ускоренная эрозия мерзлого грунта возможна только при постоянном контакте с водой, который на равнинных реках наблюдается крайне редко, а согласно Л.Коутаниеми, оттаивание грунтов обычно опережает их размыв. Важно отметить, что скорость размыва грунта - это не скорость русловых деформаций, т.к. последние есть проявление механизма транспорта наносов в русле, а размыв - лишь одна из составных частей этого сложного процесса.

Ф.Э.Арэ объясняет определяющую роль уровня при термоэрозии берегов тем, что при его повышении быстро движущаяся вода омывает крутые уступы, вступая в контакт с мерзлыми породами. В межень же урезы воды проходят по отмелям, в пределах подруслового талика, что делает контакт воды с ШП маловероятным.

Несколько опасений по поводу мутности привели к интересному выводу. Г.А. Зернов следил за наибольшей мутностью в меженье, а Ф.Э.Арэ - за паводком, но в обоих случаях пик мутности совпал со стадией опустошенного берега, что позволило считать мутность качественным показателем интенсивности русловой деформации. В результате приведенных доводов о динамике мутности рек умеренного пояса, которые постепенно достигают пика мутности поступлением наносов с бассейна и опережает пик половодья по времени.

Транспорт донных наносов также имеет особенности, обусловленные высокой дисперсностью отложений криолитозоны. [Эксперименты В.Ш.Цыпина показали, что пылеватые пески, распространенные в аллювии рек криолитозоны, при взаимодействии с потоком проявляют свойства связных грунтов, они транспортируются в лабораторной лотке без образования гряд, а неразмывающая скорость для них больше, чем для песков той же средней крупности, не содержащих пылеватых фракций.]

Данные о морфометрии и характере переформирований русел рек _ криолитозоны весьма немногочисленны. Лишь [Н.Б.Барышников и А.А.Левашов отмечают, что русла рек криолитозоны в целом хорошо описываются классификацией русел ГГИ, но под влиянием криогенных факторов они могут содержать участки с неплавно меняющейся кривизной.]

[Согласно ВСН-163-83, при прогнозировании русловых деформаций в криолитозоне рекомендуется использовать гидроморфологические экстраполяционные методы прогноза, воздерживаясь от проектирования сооружений на реках в местах распространения криогенных явлений и процессов, что объясняется неопределенностью поведения льдосодержащих объектов при взаимодействии с водотоком. Такой подход не всегда может удовлетворить запросы проектирования.]

Проявление выделенных в гидроморфологической теории типов руслового процесса на реках тундровой зоны имеет свою специфику. Кроме указанных типов руслового процесса, обнаружены и другие типы - схемы развития деформаций речных русел: вынужденное меандрирование, склоновая многорукавность, горная русловая многорукавность, наледная многорукавность.

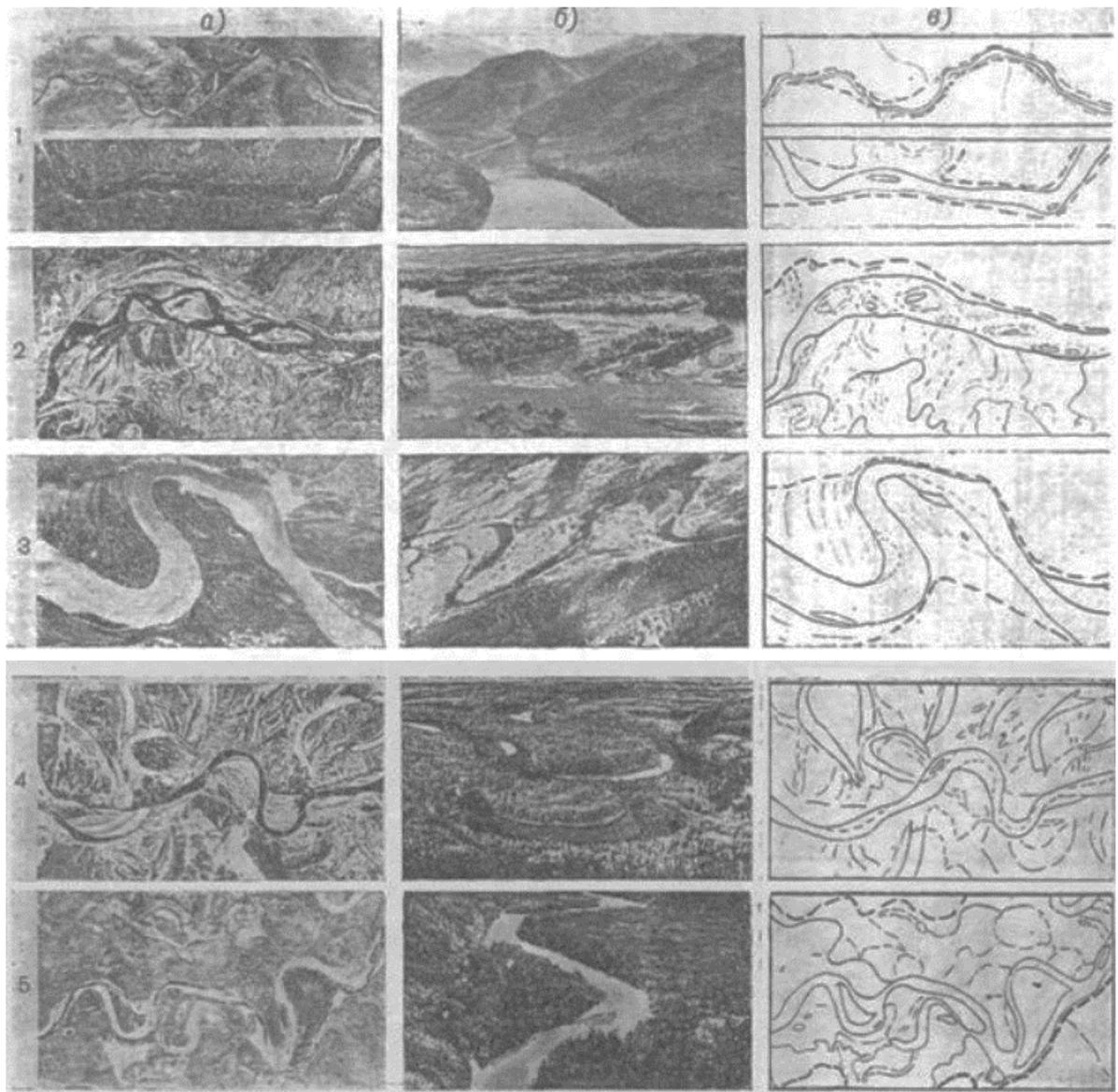


Рисунок 2 - Плановое (а), перспективное (б) и схематическое (в) изображение участков рек зоны БАМ с разными типами руслового процесса.

1 - ленточногрядовый и побочный типы руслового процесса; 2 - русловая многорукавность; 3 - ограниченное меандрирование; 4 - свободное меандрирование; 5 - незавершенное меандрирование; 6, 7-пойменная многорукавность; 8 - склоновая многорукавность; 9 - горная русловая многорукавность; 10 - наледная многорукавность; 11 - вынужденное меандрирование. (Перспективные снимки б, кроме снимка 3, получены В.Ф. Усачевым).

Ленточногрядовый тип руслового процесса на реках зоны тундры (рисунок 2) в основном выделяется на однорукавных немеандрирующих участках рек при наличии местного ограничения извилистости

неразмываемыми склонами долины, конусами выносов боковых притоков, широкими оползнями. Русло в плане имеет незначительную и неупорядоченную извилистость, пойма отсутствует.

Русловые деформации сводятся к сползанию крупных песчаных гряд вниз по течению в период половодья. Шаг гряд обычно превосходит ширину русла. Влияние мерзлоты проявляется в очень медленном оползании растительного слоя вместе с деревьями по мерзлому слою берегового склона.

Ленточные гряды встречаются и в руслах меандрирующих рек на участках, где река перенасыщена песчаными наносами за счет поступлений с обрушаемых берегов, в основном на участках выхода морены.

Русловая многорукавность (осередковый тип) (рисунок 3) возникает в условиях перегрузки потока наносами при большой их подвижности. Для их транспортирования река использует весь продольный уклон долины и вырабатывает широкое распластанное русло. Русло реки, взятое в целом, не меандрирует, хотя элементы меандрирования могут возникать в отдельных протоках. Донные наносы перемещаются в виде беспорядочно расположенных гряд больших размеров, частично обсыхающих в межень, и образующих осередки. В некоторых случаях осередок закрепляется растительностью, способствующей оседанию наилка, и превращается в остров. Поймы при русловой многорукавности относятся к островному типу, могут иметь большие размеры, сохраняют следы многих коротких проток, частично действующих при прохождении паводков. Русловые деформации выражаются в перемещении гряд и осередков, в образовании новых проток и отмирании существующих, а также в изменении плановых границ основного русла в результате меандрирования отдельных прибрежных проток.

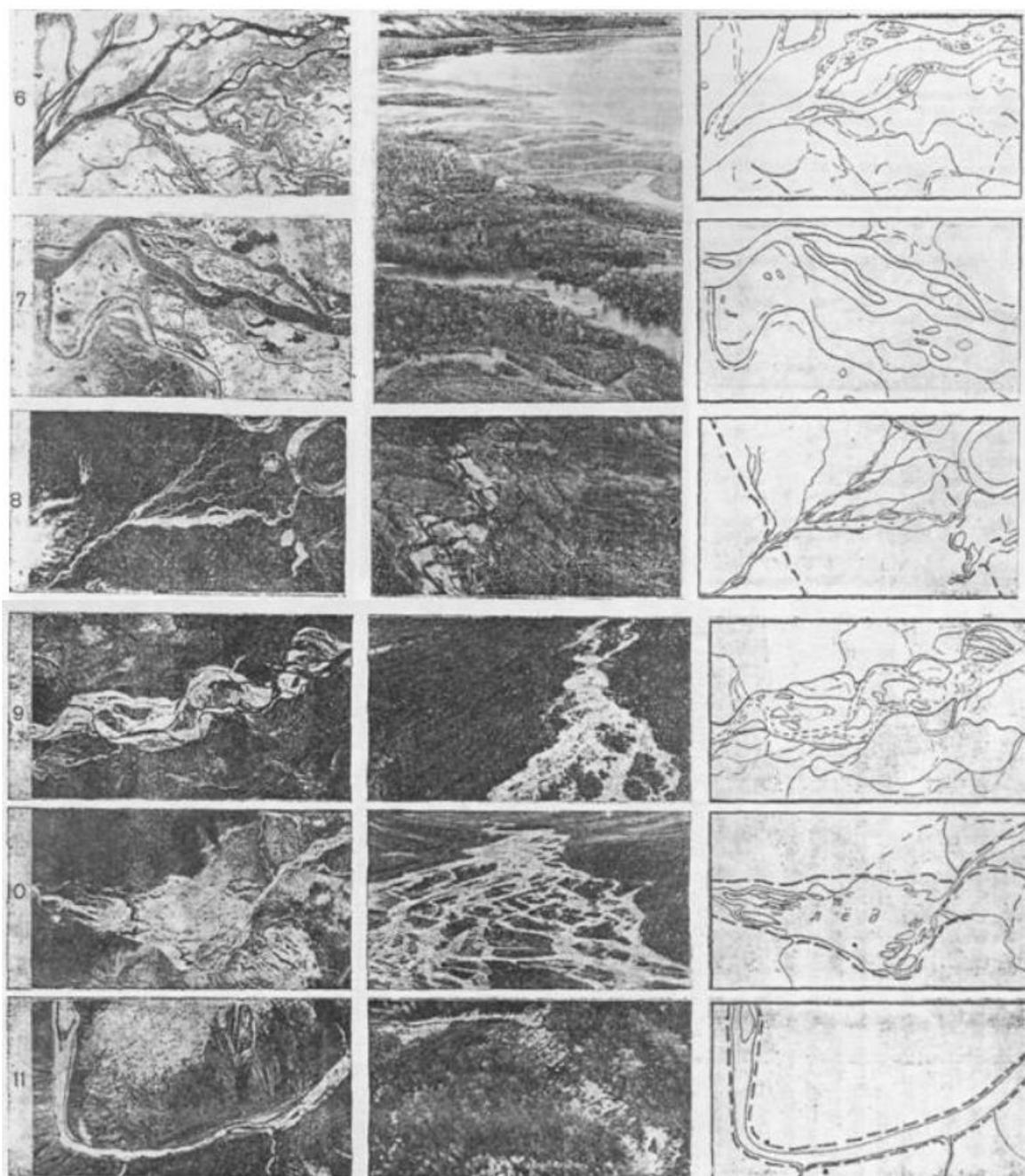


Рисунок 3 – Плановое (а), перспективное (б) и схематическое (в) изображение участков рек зоны БАМ с разными типами руслового процесса. (Перспективные снимки 6, кроме снимка 3, получены В.Ф. Усачевым).

1 - ленточногрядовый и побочный типы руслового процесса; 2 - русловая многорукавность; 3 - ограниченное меандрирование; 4 - свободное меандрирование; 5 - незавершенное меандрирование; 6, 7 - пойменная многорукавность; 8 - склоновая многорукавность; 9 - горная русловая многорукавность; 10 - наледная многорукавность; 11 - вынужденное меандрирование.

Русловая многорукавность на реках зоны тундры возникает чаще всего на фоне других типов руслового процесса и как самостоятельный тип руслового процесса наблюдается на коротких участках.

Побочневый тип руслового процесса (см. рисунки 2-3) является дальнейшим развитием ленточногрядового. Прибереговые участки перекошенных ленточных гряд в межень обсыхают, прекращают свое движение и образуют побочни, расположенные в шахматном порядке. Деформации русла сводятся к сползанию побочней и сезонному колебанию их отметок. Побочни нередко отторгаются потоком от берегов.

Ограниченное меандрирование (см. рисунки 2-3) — это дальнейшее развитие и усложнение побочневого процесса, выражающееся в появлении слабоизвилистого русла и отдельных пойменных массивов, приуроченных к каждой излучине реки. Пойменные массивы подмываются с верховой стороны и наращиваются с низовой, что и приводит к сползанию излучин.

Плановые русловые деформации сводятся к сползанию вниз по течению излучин и пойменных массивов, причем сама форма русла и поймы не претерпевает заметных изменений. Высотные деформации в русле сводятся к снижению гребней перекатов в межень и восстановлению их в половодье. В плёсе высотные деформации имеют противоположное направление. Влияние мерзлоты проявляется в общем замедлении плановых изменений, что выражается в своеобразном обрушении подмываемых берегов - «обрушении-оползании».

Свободное меандрирование на реках (см. рисунки 2-3) развивается в достаточно широких речных долинах, склоны которых не ограничивают свободное развитие плановых деформаций излучины. Для свободного меандрирования характерна широкая пойма со староречьями и береговыми валами.

При свободном меандрировании излучина проходит замкнутым круг развития, состоящий из нескольких этапов. В начальной стадии развития

излучина сползает вниз по течению (при углах разворота, не превышающих 120°). При дальнейшем увеличении угла разворота сползание излучины приостанавливается, но ускоряется ее разворот. Развитие излучины завершается сближением подмываемых берегов выше- и нижерасположенных смежных излучин, прорывом перешейка, переходом всего потока в прорыв и отмиранием отпавшей излучины.

Многолетняя мерзлота в ряде случаев вызывает отклонение от типичного плавного хода развития излучин, перестраивая рисунок русла и поймы в плане и изменяя темпы русловых деформаций.

Для данного типа руслового процесса при наличии многолетней мерзлоты характерны следующие особенности.

а. Отторжение устьевых участков притоков в процессе развития излучин, образование участков с пойменной многоруканностью.

б. Выравнивание и понижение отметок пойменных массивов на участках, где пожарами полностью уничтожен растительный покров. После пожаров возрастает глубина оттаивания мерзлых грунтов, происходит заполнение пойменных емкостей (старин) оплывшими грунтами, исчезает грядистый рельеф поймы, пойма понижается и заболачивается. На таких поймах растет только травянистая растительность, изредка ерники, лиственные леса не восстанавливаются.

в. Заполнение пойм оплывами со склонов.

г. Своеобразная форма обрушения подмываемых берегов - «обрушение-оползание».

Обрушение-оползание характерно почти для всех меандрирующих рек в зоне многолетней мерзлоты. Интенсивность оползания верхнего оттаявшего слоя по мерзлому слою различна. При медленном оползании и небольшой высоте меженных берегов (1,5-2,5 м над меженными уровнями) деревья сохраняют вертикальное положение. При возрастании интенсивности

оползания деревья наклоняются, обрушиваются в воду, создавая «гребенки» вдоль подмываемых берегов, и перегружают русло топляками.

д. Неплавная извилистость линии берега вдоль всей излучины часто образуется в результате обнажения старых навалов деревьев. При развитии излучин (при переработке пойменного массива) река вскрывает на подмываемых берегах старые навалы деревьев, погребенные под слоем наносов и хорошо сохранившиеся в условиях многолетней мерзлоты. Старые навалы затормаживают процесс меандрирования и могут рассматриваться как ограничивающий фактор.

Незавершенное меандрирование (см. рисунки 2-3) опознается на аэрофотоснимках по наличию на некоторых излучинах меандрирующей реки спрямляющих протоков. Спрямляющий проток может отчленить сразу несколько излучин. Стадия развития излучины, при которой появляется спрямляющий проток, связана с глубиной затопления поймы: чем глубже затопление поймы, тем на более ранней стадии развития излучины появляется спрямляющий проток.

По мере развития спрямляющего протока замедляются плановые деформации основного русла и происходит постепенное его отмирание. Спрямляющий проток при своем возникновении может иметь случайные плановые очертания, подчиненные местным неровностям поймы. Со временем возникают средние русловые формы, позднее появляются признаки меандрирования.

Эта общая замедленность процесса не исключает в отдельных случаях больших скоростей перемещения береговой линии.

Незавершенное меандрирование на реках в основном приурочено к участкам перехода от горных рек к равнинным, на которых галечно-валунный материал еще заполняет большую часть поверхности русла и пляжей. В нижней части таких участков, в местах перехода к свободному меандрированию, галька остается только на перекатах и приверхах песчаных

пляжей. Наибольшее количество «провалов» и обнажений погребенных льдов на подмываемых берегах наблюдается в основном на участках с незавершенным меандрированием.

Пойменная многорукавность (см. рисунки 2-3) отличается наличием широкой поймы, в которой река протекает многими рукавами. Выделить основное русло среди многочисленных протоков не всегда удается. Острова, образованные протоками, представляют собой участки поймы и обладают плановой устойчивостью. Отдельные рукава имеют значительную протяженность и могут рассматриваться как самостоятельные реки того или иного типа.

Участки с пойменной многорукавностью приурочены к устьевым участкам больших рек и к участкам выхода из узкой щелеобразной долины в широкую.

Горная склоновая многорукавность (см. рисунки 2-3) наблюдается при выходе горных потоков из узких долин на склоны долины главной реки. В этом случае чаще всего полностью исчезает действие ограничивающего фактора. Поток веерообразно растекается по склону, создавая свой конус выноса, но сохраняет еще значительные уклоны. При прохождении селей и при паводках редкой обеспеченности поток меняет положение основного русла (блуждание по склону). Выносы селей оседают у подножия общего конуса выноса. На приустьевых участках конусы выноса выдвигаются по пойму главной реки, постепенно уменьшая ее размеры, иногда полностью перекрывают пойму, стесняют русло и даже частично перегораживают его, создавая подпор на вышележащем участке и увеличивая уклоны на нижележащем. Указанное обстоятельство часто является причиной изменения типов руслового процесса на реках зоны тундры.

[Горная русловая многорукавность (см. рисунки 2-3) отличается от равнинных больших уклонов, большей крупностью донных наносов. Поток, не выходя за пределы паводочного русла, формирует осередки и побочни. При

быстром спаде уровней они сохраняют свои размеры и формы. В межень поток управляется руслом. Протоки имеют небольшую длину и направлены под разными углами к основному водотоку, вплоть до прямого.]

На участках с горной русловой многорукавностью русло и пойма сложены из крупного валунно-галечного материала. На таких участках чаще всего расположены глубокие «талики», спутниками которых являются гигантские тополя и ива «чозения». Крупный грубообломочный материал поступает непосредственно со склонов долины. Хорошо окатанный очень крупный материал оседает на отдельных участках после периодически проходящих селей.

Наледная многорукавность (см. рисунки 2-3) — это русловая (чаще всего горная) многорукавность на участках наледных полей. Наледь перестраивает русловую многорукавность, расширяет русло, уменьшает уклоны, способствует аккумуляции наносов. По картографическим материалам выявляется определенная связь между отношениями уклонов и ширины русла соответственно на участке выше наледи (русло сжато) и на участке наледи (резкое расширение русла). При расширении русла в 3 раза наледь, как правило, образуется без изменения уклонов, а при расширении русла в 6 раз уклоны уменьшаются примерно в 4 раза.

[На участках с наледной многорукавностью полностью отсутствует древесная растительность на островах; они покрыты карликовой растительностью. Исключение составляют острова, отсеченные наледью от коренного берега, отметки которого выше ледяного поля.]

Отмечена неустойчивость в плане всех протоков и островов. Площадь зарастания осередков примерно в 2 раза больше площади размыва островов. Это частично подтверждает наличие интенсивной аккумуляции, но в основном объясняется живучестью карликовой растительности, которая перемещается вниз по течению на обрушенных почвогрунтовых массивах. После подрезки массивов потоком растительность оседает на осередках,

способствуя их быстрому зарастанию. В паводок после оттаивания жильных льдов образуются новые протоки. Они имеют вид узкой глубокой канавы. Поток расширяет канаву, превращая ее в русло.

Вынужденное меандрирование (см. рисунок 2-3) в реках тундровой зоны, присутствующих в речных бассейнах с доминирующим влиянием на лимитирующий фактор. Ограничивающий фактор полностью определяет характер процесса. В результате бокового ограничения потока образуются прямолинейные участки или вынужденные горные лучи, которые повторяют изгибы Долины. Подгузники иногда можно увидеть в таких местах, как это. В принципе, здесь нет поворотов, много порогов и водопадов, которые могут быть как результатом подъема первоначальных скал во впадину, так и результатом обрушения глыб со свинцовых склонов долины. Транспорт нижних наночастиц неструктурирован. Пляжи и острова служат перевалочными пунктами для нанотехнологий. Часто они состоят из крупных камней и не меняют своего расположения. Вынужденные меандры встречаются в основном в верхней и средней частях горных рек.

3. РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧНЫХ ИЗЛУЧИЙ

3.1. ТИПИЗАЦИЯ ГГИ

В ГГИ выделено семь типов деформаций речных русел, т.е. семь типов переотложения наносов (Рисунок 4).

- Ленточно-грядовый тип руслового процесса.

Это самая простая форма транспортировки осадка, которая осуществляется путем скольжения по ложу отдельных гребней ленты. Универсальные края прямые или слегка разветвленные. Расширение русла реки указывает на то, что поток наносов и воды соответствует определенному наклону реки. Движение донных отложений происходит как движение цепи поясных хребтов, образованных мезофармами.

- Побочневый тип.

Транспортировка нижних наносом происходит в виде скользящих больших гребней, положение которых скошено. Передние приподнятые части этих хребтов расположены попеременно, то на левом, то на Правом берегу реки. В Межгорье они высыхают, образуя боковые дороги вдоль реки, как если бы они были шахматной доской. Гребень затопленного участка хребта образует склон, а ее подвалье - плес.

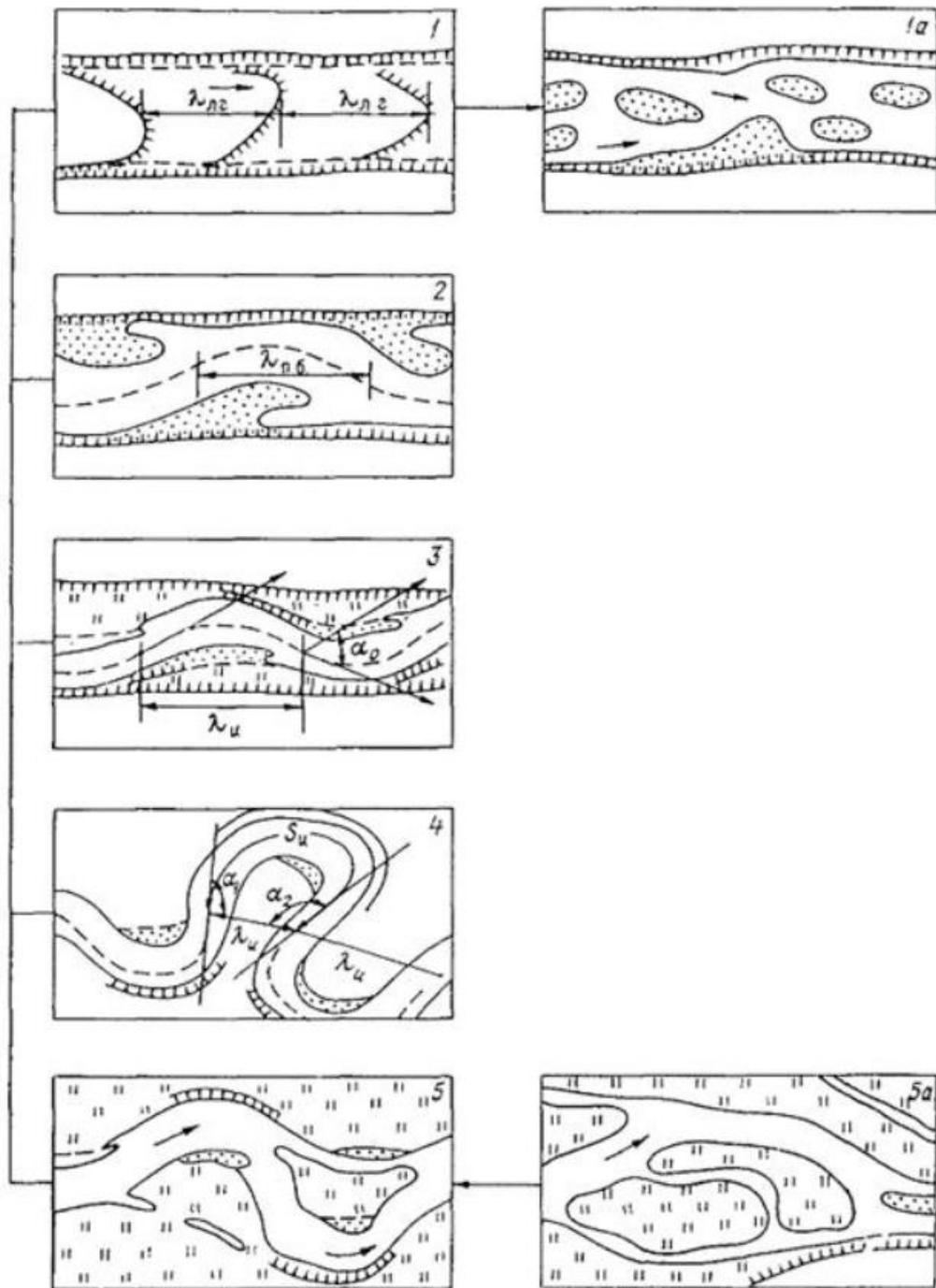


Рисунок 4 - Схема типов руслового процесса по классификации ГГИ

(по Н.Е. Кондратьеву, И.В. Попову).

1 - ленточногрядовый, 2 - побочный, 3 - ограниченное меандрирование, 4 - свободное меандрирование, 5 - незавершенное меандрирование, 5а - пойменная многорукавность, 1а - русловая многорукавность; $\lambda_{лг}$ - шаг ленточных гряд, $\lambda_{пб}$ - шаг побочной, λ_u - шаг излучины, α_0 - угол разворота излучины, S_u - длина излучины, α_1 - угол входа, α_2 - угол выхода, $\alpha_0 = \alpha_1 + \alpha_2$.

Побочный режим движения наносов часто возникает не только в условиях ухудшения условий транспорта наносов, но и при естественном или искусственном ограничении плановых деформаций реки.

- Ограниченное меандрирование.

Всеобъемлющий краевой склон (склон дна долины) смещается в сторону основания осадочных пород, что приводит к податливым слаборазвитым бутам. Деформации изгиба выполняют на спуске по реке в тени их форм и размеров. Часть вогнутого пляжа ниже вершины изгиба оказывается размытой, а часть выпуклого пляжа ниже этой вершины также смывается. Когда образуется изгиб, создается тренировка, похожая на прогулку по пляжу. В то время как пляж может двигаться только при скольжении всего изгиба. Участок берега, ограниченный излучиной, представляет собой пойму с наклонной поверхностью, расположенную выше по течению реки Дженерал и от части близлежащей реки до близлежащей реки. Гривы (следы бывших дамб) наблюдаются в большом количестве на вершине плато поймы; на планах они изгибаются вокруг нижней части выпуклого берега излучины. Частично пойма состоит из рыл того же размера, что и донные отложения русла реки, а верхние слои, как правило, представлены отложениями (толщина слоев соответствует размерам паводка). Во время половодья ручей выпрямляется за счет перегруженных пойм, при мелководье он извилист. Коэффициент извилистости для ограниченного извилистого движения превышает 1,2 для направлений, а угол изгибов не превышает 90° .

- Свободное меандрирование.

Процесс характеризуется тем, что изгибы канала проходят через замкнутые циклы редактирования, в которых канал, выходящий из прямого участка, достигает состояния петли, постепенно увеличивая свою кривизну и асимметрию.

Затем происходит прорыв перешейка, после чего повторяется вся спираль деформации. В начале скручивания наблюдаются углы поворота

порядка 75 градусов, позже при углах 120-150 гр. полностью прекращается. В будущем изгибы будут вращаться вокруг фиксированных точек.

В результате угол поворота повсеместно достигает 240-270. Петля русла в результате прорыва перешейка новая излучина превращается в старицу, отклоняясь от реки и превращаясь в половодье в форме полумесяца.

[Свободный меандр возникает без ограничительного эффекта склонов долины, то есть наличия ее широкого основания. В этом случае зона меандрирования многократно проходит от одного склона долины к противоположному, образуя массу поймы, ограниченной не одним изгибом, как ограниченный меандр, а целой серией изгибов с общими чертами, характерными для одного изгиба, так что их можно считать неотделимой морфологической единицей. образование - больше, чем пойма в Высокогорья, округленные серией изгибов, характеризуются наклоном их поверхности вниз по течению и в направлении от русла реки к склонам долины.]

- Незавершенное меандрирование.

В условиях хорошо затопленных пойм и резких перепадов глубины и массы отложений накапливаются, и поэтому пойменная и русловая части циклов аллювия, развивающиеся в режиме свободного извилистого течения, могут прерываться образованием спрямляющего потока. Это должно происходить на ранних стадиях извилистости, если глубина затопления ручья велика. Иногда отвергаются только пляжи - не заросшие участки выпуклых берегов. Формирование потока, уравнивающего излучение, происходит постепенно. Первоначально он работает только в полупроводниках с высоким содержанием полупроводников, но постепенно развивается, беря на себя и расходы, связанные с переходом из поколения в поколение. Старый основной канал умирает, выравнивающий ток начинает повторять весь цикл разработки. Таким образом, в случае незавершенного меандрирования впервые возникает явление расщепления русла реки.

Общее изменение траектории в этих условиях обычно занимает несколько десятилетий. Спрявление русла реки приводит к реконструкции переноса отложений вдоль ручья.

Точка многослойности - это еще одно проявление неполного меандрирования. Создается серия буферных каналов и вторично генерируемых каналов, соединяющих эти буферные каналы друг с другом. Образование длинных каналов из плотного донного грунта, выпрямляющего все аллювиальное нагорье, а не только отдельные излучины, чаще всего происходит в низинах крупных рек. Каждый канал может развиваться независимо и может образовываться с ленточными гребнями, вторичными и лучистыми. Дублирование отдельных каналов путем размещения наночастиц в желобах, где они начинаются или откуда исходят, приводит к процессам затухания и восстановлению деформации.

[Русловая многорукавность. Это случай, когда река столь перегружена наносами, что для их транспорта предельный уклон оказывается недостаточным. Для обеспечения перемещения наносов река вынуждена расширять свое русло, т.е. увеличивать фронт перемещения наносов. Разделение потока на рукава происходит в результате обсыхания незатопленных вершин ленточных гряд, движущихся в распластанном русле не цепочкой, а разбросано по ширине реки. Если вершины песчаных гряд - не заросшие, то тип русловой многорукавности может быть назван осередковым. Однако часто осередки в результате отложения на них наносов благодаря зарастанию их поверхности превращаются в острова. В этом случае это островная русловая многорукавность. В случаях, если вершины ленточных гряд не обсыхают, такой тип процесса может быть назван блуждающим руслом (русло часто меняет свое положение, всегда имеются затопленные протоки). Таким образом, в случае русловой многорукавности имеется три основных разновидности: блуждающие русла, осередковая и островная многорукавность.]

В приведенной выше типизации ГГИ такими признаками являются мера использования потоком уклонов дна долины и способность потока транспортировать донные наносы. С этой точки зрения отмечается: а) все меньшее использование потоком уклона дна долины - при переходе от ленточногрядового типа к пойменной многорукавности; б) уменьшение транспортирующей способности потока последовательно от русловой многорукавности.

При этом высокая транспортирующая способность русловой многорукавности связана не с использованием уклона, а с расширением русла, т.е. с расширением живого сечения, увеличивающим фронт перемещения наносов.

3.2. МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ РЕЧНЫХ ИЗЛУЧИН

Количественные характеристики руслового процесса и выявленные с их помощью его закономерности.

[Для количественной оценки процесса свободного меандрирования используются те же характеристики, что и рассмотренные для ограниченного меандрирования. Так как развитие излучин при свободном меандрировании происходит сложнее, чем при ограниченном, приходится прибегать к ряду дополнительных характеристик. Учитывая, что в процессе свободного меандрирования смежные излучины тесно взаимодействуют друг с другом, важно иметь в виду характер сопряжения излучин. Это можно сделать с помощью угла $\beta = \alpha_{2В} - \alpha_{1В}$. Если $\alpha_{2В} > \alpha_{1В}$, то линия шагов излучин отклоняется вправо по течению, в противном случае - влево. Показателем асимметрии излучин, кроме сопоставления углов их входа и выхода, может служить также величина]

$$\varepsilon = (2x_T - l_n) / 2y_T.$$

Для этой цели может быть использована касательная наклона, состоящая из прямой линии, проходящей через центр фронта и самую внешнюю точку

на центральной оси канала (рис. 7). Чтобы определить общие тенденции в развитии морфологически однородных районов, очень полезно получить представление о степени изменения русла реки. Величина эрозии рассчитывается для каждого изгиба отдельно. Он определяется как произведение площади зоны эрозии на среднюю высоту размытого пляжа на дне русла реки.

Наиболее точная область размыва определяется путем объединения карт, снятых в разные годы. Сравнивается положение бровей вымытых пляжей. Так называемые пляжи имеют менее четкое изображение на картах, и информация о них носит приблизительный характер. Количество эрозии и ила постепенно суммируется в соответствии с протяженностью исследуемого участка и строится в виде интегральных кривых.

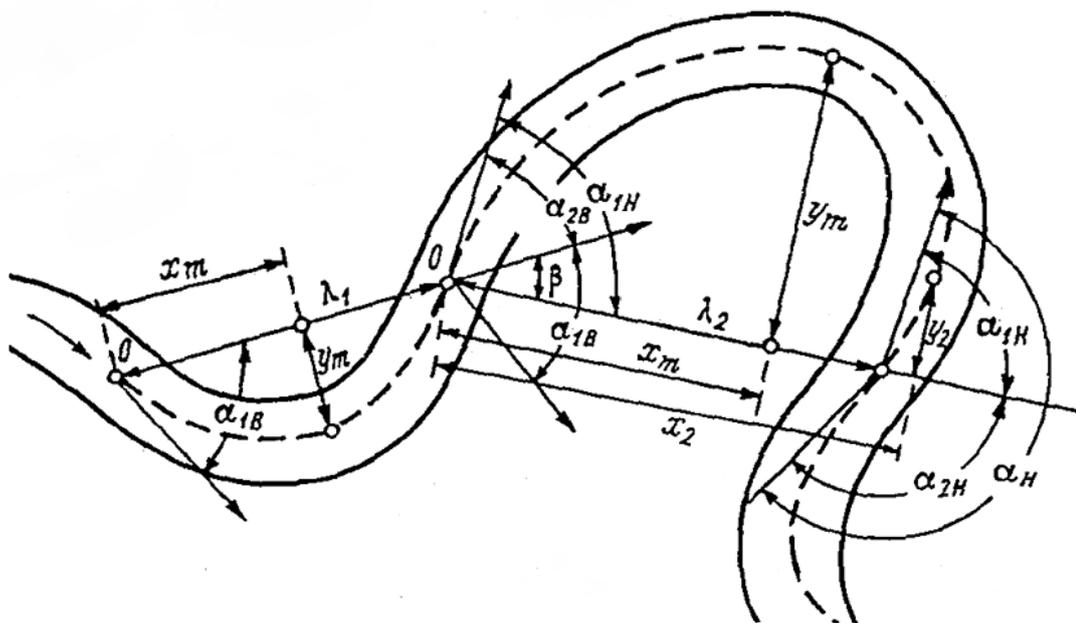


Рисунок 7 - Показатели асимметричности излучин.

α_{1H} – углы разворота излучин; λ – кратчайшее расстояние между точками перегиба излучин.

Это дает возможность оценивать объемы размыва для любых по длине участков. Изображение разности между интегральными кривыми объемов размыва и намыва в целом по морфологически однородному участку дает возможность проследить изменение рас- ходов наносов по длине участка. Если в строении берегов прослеживается граница между русловой фацией аллювия

и его пойменной фацией (граница отложений донных и взвешенных наносов), то интегральные кривые объемов поступления и расходования наносов могут быть детализированы и оценены для взвешенных и донных наносов. Это дает возможность контролировать вычисленные объемы взвешенных наносов по данным гидрометрических створов.

Закономерности свободного меандрирования выявлены с помощью изучения количественных характеристик руслового процесса.

1. Кривые обеспеченности показывают, что изменчивость шагов свободно меандрирующих излучин больше, чем изменчивость для ленточных гряд, побочной или ограниченного меандрирования.

Увеличение изменчивости шагов при свободном меандрировании обусловлено неравномерным смещением точек перегибов русла, ограничивающих линии шагов (в том числе из-за развитости асимметрии излучин), наползанием одной излучины на другую, объединением смежных излучин, прорывом перешейков некоторых из них.

2. Шаги свободно меандрирующих излучин в 50 % случаев составляют 8-9 ширины русла (при ограниченном меандрировании 6- 8). Резкое отклонение значений шагов излучин наблюдается в 25 % случаев, объединение двух смежных излучин в одну - в 10-15 % случаев, очень малые значения шагов встречаются реже - в 4 % случаев. 3. Кривые обеспеченности параметра S/I_n , близки к кривым для шагов излучин. Это дает основание предполагать, что переход од- них стадий развития излучин в другие происходит более или менее одновременно на участках значительного протяжения. Длина излучин в 50 % случаев составляет 1,6 шага, наибольшая - 4 шага. Углы разворота в 50% случаев составляют 130° , при наибольших значениях - 245° . Переход к асимметричным очертаниям излучин наблюдается при углах разворота более 120° . При углах разворота свыше 200° разность углов входа и выхода достигает 15° , а при углах разворота 240° достигает 30° . Наибольшие значения углов входа и выхода составляют $170-175^\circ$.

4. Излучины по длине рек располагаются группами. Каждая группа излучин отделяется от смежной прямыми вставками, длиной в 2-3 длины излучин. Число излучин в группе обычно 3-5. В 66 % случаев наиболее развитая излучина находится в начале группы.

Количество групп и составляющих их излучин устойчиво во времени (сохраняется 50-60 лет).

5. Основные закономерности изменения длин излучин в ходе деформаций русла в плане сводятся к следующим:

- на участках со свободным меандрированием обнаруживается чередование участков с увеличением излучин, их уменьшением и сохраняющихся неизменными;

- удлинение излучин компенсируется прорывами петель русла; - быстрое удлинение отдельных излучин может стабилизировать развитие смежных излучин;

- прорыв петли русла ускоряет развитие смежных излучин и может даже привести к размыву выпуклых берегов и отчленению пляжей;

- точки перегиба русла могут смещаться вверх, вниз по реке и в поперечном направлении; соответственно меняется и линия шагов излучин;

- в результате указанных процессов суммарная длина морфологически однородных участков за длительный промежуток времени изменяется мало, что четко выявляется на интегральных графиках нарастания длин излучин;

- прослеживаются прямые и достаточно надежные (при условии строгого разграничения типов меандрирования) связи шагов излучин с расходами или шириной реки (как показатель ее крупности).

Связь между скоростью деформаций русла в плане и степенью развитости излучин зависит от характера сочетания смежных излучин. Для случаев, когда наиболее развитая излучина находится в центре группы из трех излучин, скорость их деформаций в плане по мере развитости нарастает, затем достигает максимума при $S/l_{и} = 1,4/ 1,6$, а далее начинает убывать. Для случая, когда наиболее развитой оказывается первая в группе излучина, скорость

деформаций закономерно убывает, а когда группа завершается хорошо развитой - возрастает. Скорость плановых деформаций связана с глубиной русла. Для одноплёсовых излучин глубина плёсов нарастает с увеличением степени развитости излучины, для многоплёсовых - слабо убывает. Для получения зависимости скорости плановых деформаций излучин от глубины очень мало данных.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

4.1. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РГГМУ

[В типизации русловых процессов ГГИ выделяются три типа меандрирования – свободное, незавершенное и ограниченное. Каждому типу характерен своя форма деформации излучин. Так, при свободном меандрировании плановые деформации связаны прежде всего с разворотом излучин относительно некоторых точек перегиба до момента прорыва, тогда как при ограниченном меандрировании излучины сползают вниз по течению, в целом сохраняя свою форму. При незавершенном меандрировании процесс разворота излучин прерывается образованием протоки. Следовательно, сама форма излучины позволяет судить о русловом процессе, идущем на участке реки.]

Традиционно форму излучины принято характеризовать такими параметрами как: [шаг излучины, углы входа, выхода и разворота, степень выраженности и пр. Наиболее часто используют отношение длины излучины к ее шагу, которое характеризует степень развитости излучин. Р.С. Чалов установил, что при $L/\lambda > 1,4$ развитие излучины прекращается.]

Косвенно этот параметр учитывается в работах Н.Е. Кондратьева, который попытался связать его со скоростью деформации. [Излучины по длине рек располагаются группами. Каждая группа излучин отделяется от смежной излучины прямыми вставками, длиной в 2-3 длины излучин. Количество излучин в группе обычно 3-5. В 66% случаев наиболее развитая излучина находится в начале группы. Количество групп и составляющих их излучин постоянны во времени (сохраняется 50-60 лет). В Государственном гидрологическом институте была выполнена статистическая обработка морфометрических параметров излучин при свободном меандрировании. В

Брянском Университете при описании типов излучин в соответствии с рисунком 8 используют буквенные индексы.]

Приведенные примеры показывают, что морфометрические параметры излучин активно используются в разработке теории русловых процессов. Однако, сочетание линейных, угловых и относительных параметров существенно затрудняет массовую обработку характеристик излучин для всей реки и группы рек региона.

В данной работе при производстве оценки на практике были рассмотрены следующие характерные точки излучин (Рисунок 8): точка 1 и точка 5 – точки начала и конца излучины, точки перегиба излучины; точки 2 и 4 – точки, характеризующие ширину излучины, точка 3 – соответствует вершине излучины. Таким образом, при соединении данных точек образуется пятиугольный полигон.

Таким образом расстояние 1-5 точно соответствует шагу излучины λ , сумма длин 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 близка к длине излучины P , а площадь пятиугольника пропорциональна площади излучины S . Отношение P/λ характеризует степень выраженности излучины, а V/λ – относительную полноту. Соотношения длин сторон 1-3 и 3-5 практически характеризуют высоту излучины.

Для получения указанных характеристик достаточно иметь плоские географические координаты точек 1-5.

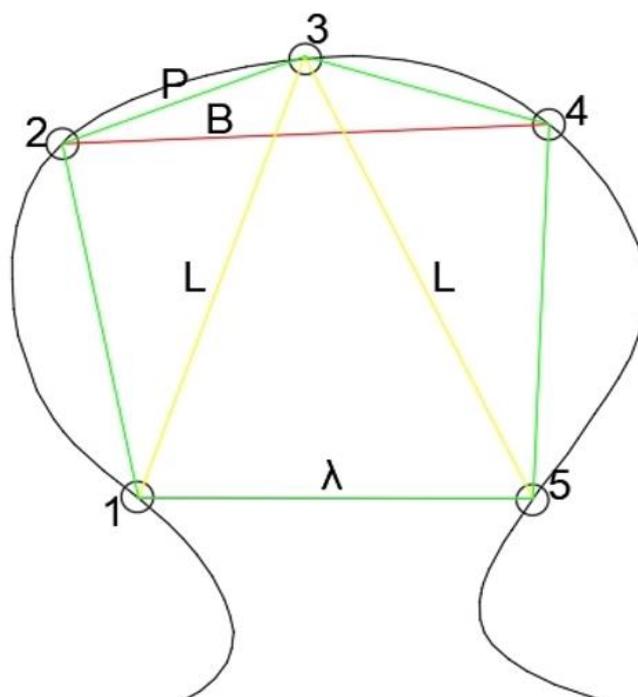


Рисунок 8– Характерные точки излучин, необходимые для определения параметров излучин

Целью выпускной квалификационной работы является определение закономерностей строения излучин на реке.

В данной работе с помощью двух- и трёхмерной системы автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD были выделены характерные точки излучин на изучаемых реках. Как топооснова были использованы космические снимки рек из системы Google Earth (рисунок 9). После выделения характерных точек, нами были получены их координаты, которые в дальнейшем были необходимы для расчета параметров излучин.



Рисунок 9– Выделение характерных точек.

Красная линия – характерные полигоны речных излучин, желтые линии - характерные полигоны стариц.

На этом работы была рассмотрена река Анти-Паеаяха, которая находится на Гыданском полуострове в условиях многолетней мерзлоты.

Статистические характеристики были рассчитаны суммарно по всем рядам координат характерных точек полигонов (Таблица 2).

Таблица 2 – Расчет параметров излучин реки Анти-Паеаяха.

Длина, Р, м	Шаг, λ , м	Ширина, L2-4, м	Шаг, L1-5, м	Развитость, ρ/λ	Высота, L1-3, м	Вытянутость L1-3/L1-5	Полнота, L2-4/L1-5	L1-3/L3-5
296.4	585.9	170.7	240.3	2.438	252.7	1.05	0.71	0.85
316.0	896.5	539.4	498.1	1.800	389.3	0.78	1.08	1.23
98.1	199.7	96.8	124.7	1.602	97.6	0.78	0.78	1.00
70.9	191.6	99.6	167.5	1.144	116.9	0.70	0.59	1.65
251.9	578.9	317.4	435.0	1.331	281.4	0.65	0.73	1.12
388.8	744.9	259.2	206.1	3.614	267.6	1.30	1.26	0.69
256.6	453.5	142.6	165.8	2.735	158.6	0.96	0.86	0.62
194.0	501.8	207.0	285.4	1.758	291.3	1.02	0.73	1.50
109.9	298.7	105.0	160.6	1.861	175.0	1.09	0.65	1.59
238.9	345.3	189.7	329.1	1.049	102.8	0.31	0.58	0.43
113.4	223.1	109.2	143.5	1.555	92.6	0.65	0.76	0.82
110.1	257.1	108.5	185.8	1.383	135.7	0.73	0.58	1.23
307.4	955.0	522.4	274.8	3.475	269.4	0.98	1.90	0.88
131.8	358.5	141.0	197.7	1.813	202.0	1.02	0.71	1.53
223.4	512.4	314.0	423.6	1.210	267.1	0.63	0.74	1.20
121.5	257.1	138.0	217.8	1.180	131.0	0.60	0.63	1.08

108.2	278.8	138.1	239.4	1.165	167.5	0.70	0.58	1.55
197.1	482.6	350.1	357.5	1.350	231.5	0.65	0.98	1.17
414.0	1684.6	922.3	472.0	3.569	577.4	1.22	1.95	1.39
219.6	572.7	333.4	238.5	2.401	173.4	0.73	1.40	0.79
720.3	1573.3	742.8	996.8	1.578	778.5	0.78	0.75	1.08
499.3	1197.1	411.9	316.2	3.786	496.6	1.57	1.30	0.99
695.3	2063.4	1007.3	539.2	3.827	674.3	1.25	1.87	0.97
106.9	291.2	143.1	186.1	1.565	164.0	0.88	0.77	1.53
145.4	387.2	170.1	313.5	1.235	233.9	0.75	0.54	1.61
255.5	447.6	234.4	365.2	1.225	184.2	0.50	0.64	0.72
580.7	1227.5	586.5	1029.1	1.193	601.9	0.58	0.57	1.04
379.6	688.3	330.0	454.0	1.516	265.1	0.58	0.73	0.70
311.9	814.6	386.4	683.2	1.192	487.8	0.71	0.57	1.56
255.8	423.8	166.0	419.2	1.011	167.5	0.40	0.40	0.65
350.6	774.2	357.5	483.1	1.603	361.7	0.75	0.74	1.03
519.1	1284.8	860.2	1085.9	1.183	678.8	0.63	0.79	1.31
1987.0	3652.5	1073.9	1154.9	3.163	1258.8	1.09	0.93	0.63
927.3	2131.4	1172.9	1015.0	2.100	870.5	0.86	1.16	0.94
325.6	1097.5	525.8	834.4	1.315	740.7	0.89	0.63	2.28
1005.9	2141.6	1316.2	1403.4	1.526	915.7	0.65	0.94	0.91
689.4	1181.9	651.5	1115.3	1.060	480.3	0.43	0.58	0.70
1367.6	2809.9	944.7	808.2	3.477	1062.6	1.31	1.17	0.78
831.2	1890.9	778.3	911.0	2.076	900.3	0.99	0.85	1.08
1145.3	2276.0	1270.8	1228.1	1.853	744.8	0.61	1.03	0.65
435.0	1043.0	431.6	417.7	2.497	519.3	1.24	1.03	1.19
566.2	1057.8	543.1	912.8	1.159	438.3	0.48	0.60	0.77
505.5	1106.7	613.9	913.7	1.211	582.6	0.64	0.67	1.15
576.9	1443.9	766.1	1063.6	1.358	779.0	0.73	0.72	1.35
225.0	535.1	342.0	498.5	1.073	298.8	0.60	0.69	1.33
493.9	979.1	358.5	366.3	2.673	378.8	1.03	0.98	0.77
307.1	715.7	284.7	359.8	1.990	375.5	1.04	0.79	1.22
433.1	863.4	518.7	745.4	1.158	391.3	0.52	0.70	0.90
448.1	891.9	451.5	662.5	1.346	406.9	0.61	0.68	0.91
918.0	2477.4	1344.1	2123.0	1.167	1507.5	0.71	0.63	1.64
1083.0	2072.7	1121.2	1386.0	1.495	818.0	0.59	0.81	0.76
1010.8	2305.7	982.6	622.7	3.703	784.6	1.26	1.58	0.78
752.0	1962.3	1021.8	876.5	2.239	838.3	0.96	1.17	1.11
807.6	2025.0	1354.3	1397.5	1.449	938.7	0.67	0.97	1.16
2159.5	3362.7	1516.7	1832.8	1.835	904.0	0.49	0.83	0.42
985.1	3000.1	1180.3	1715.7	1.749	1772.2	1.03	0.69	1.80
2048.7	4233.6	934.4	660.9	6.406	1888.1	2.86	1.41	0.92
795.0	1740.2	792.7	1447.7	1.202	880.5	0.61	0.55	1.11
767.6	2207.2	884.8	2194.6	1.006	1433.2	0.65	0.40	1.87
1427.2	3387.5	937.4	742.4	4.563	1526.8	2.06	1.26	1.07
676.7	1448.2	585.7	697.2	2.077	688.8	0.99	0.84	1.02
1689.4	4282.3	1127.0	1440.3	2.973	2306.2	1.60	0.78	1.37
1808.4	3159.6	1633.3	2704.8	1.168	1186.5	0.44	0.60	0.66
645.8	1443.7	555.6	1139.6	1.267	786.5	0.69	0.49	1.22
1223.9	2719.3	1220.4	1551.8	1.752	1279.9	0.82	0.79	1.05
1475.9	3793.4	1207.6	666.5	5.691	1828.9	2.74	1.81	1.24
1513.5	3716.2	1587.7	2107.8	1.763	1737.2	0.82	0.75	1.15
1578.4	3165.1	1352.9	1835.5	1.724	1411.5	0.77	0.74	0.89
2340.5	6413.4	3750.7	4945.7	1.297	3682.3	0.74	0.76	1.57
1476.1	4392.1	2662.5	2667.1	1.647	2149.1	0.81	1.00	1.46
2926.4	6250.8	3240.5	3195.3	1.956	1922.2	0.60	1.01	0.66
775.3	1972.0	1003.3	1666.7	1.183	1158.3	0.69	0.60	1.49
1428.7	3338.0	1756.0	2405.6	1.388	1699.7	0.71	0.73	1.19
4251.0	8791.4	5638.7	6518.9	1.349	3616.4	0.55	0.86	0.85
1654.3	4289.2	2579.0	2505.4	1.712	1984.4	0.79	1.03	1.20
5528.0	13041.0	7364.0	6720.8	1.940	5386.6	0.80	1.10	0.97

984.5	2682.8	976.5	1191.8	2.251	1458.7	1.22	0.82	1.48
3577.1	7732.4	5100.2	5247.0	1.474	2342.8	0.45	0.97	0.65
1435.7	3384.2	1999.2	1492.8	2.267	1166.4	0.78	1.34	0.81
2260.2	6834.7	3632.3	2342.9	2.917	2965.8	1.27	1.55	1.31
2393.4	6755.9	3463.7	1760.4	3.838	1877.5	1.07	1.97	0.78
2460.5	4967.0	2315.8	2199.8	2.258	1658.0	0.75	1.05	0.67
1238.8	3696.0	2039.5	1734.2	2.131	1564.2	0.90	1.18	1.26
3017.3	6607.9	3828.2	3787.4	1.745	2662.4	0.70	1.01	0.88
1136.7	2327.6	1164.5	1919.9	1.212	1137.2	0.59	0.61	1.00
925.2	1698.4	912.2	1558.6	1.090	756.6	0.49	0.59	0.82
740.9	2089.0	842.7	1398.6	1.494	1241.7	0.89	0.60	1.68
932.3	1840.7	899.0	1662.9	1.107	869.5	0.52	0.54	0.93
1546.2	3177.0	1899.4	2779.8	1.143	1417.4	0.51	0.68	0.92
2050.9	4953.4	1353.0	1002.3	4.942	2312.9	2.31	1.35	1.13
2359.4	4969.5	2544.8	2445.0	2.033	2018.2	0.83	1.04	0.86
3608.1	9137.1	5068.3	4088.5	2.235	3395.7	0.83	1.24	0.94
1156.8	2704.9	1125.7	1687.0	1.603	1457.0	0.86	0.67	1.26
2275.4	5014.7	2653.0	2098.3	2.390	1396.8	0.67	1.26	0.61
577.1	1362.4	528.9	472.2	2.885	601.8	1.27	1.12	1.04
931.3	1959.0	1104.2	1535.8	1.276	851.3	0.55	0.72	0.91
720.5	1761.7	861.5	1379.6	1.277	978.7	0.71	0.62	1.36
1117.4	2038.2	913.6	1302.4	1.565	787.0	0.60	0.70	0.70
1821.9	3490.6	1435.6	1581.6	2.207	1258.9	0.80	0.91	0.69
734.0	1912.3	1040.3	968.1	1.975	867.8	0.90	1.07	1.18
2247.6	5107.6	3375.6	3389.9	1.507	2410.0	0.71	1.00	1.07
735.8	1409.4	740.2	1233.4	1.143	643.1	0.52	0.60	0.87
1968.1	3834.9	2369.8	2689.5	1.426	1514.7	0.56	0.88	0.77
1268.1	2632.9	979.6	1415.0	1.861	1215.0	0.86	0.69	0.96
699.2	1439.7	744.4	1126.5	1.278	707.8	0.63	0.66	1.01
731.7	1476.7	675.1	997.4	1.481	694.8	0.70	0.68	0.95
330.2	1440.6	566.1	967.0	1.490	1051.2	1.09	0.59	3.18
817.4	1481.5	636.9	1235.1	1.199	636.9	0.52	0.52	0.78
998.3	2763.6	1870.4	2402.7	1.150	1629.3	0.68	0.78	1.63
1651.4	4072.5	3500.0	3416.6	1.192	1942.4	0.57	1.02	1.18
610.7	973.1	495.1	761.5	1.278	336.0	0.44	0.65	0.55
4372.6	4946.2	467.9	4168.3	1.187	488.2	0.12	0.11	0.11
1426.1	3561.1	2199.8	1628.6	2.187	1075.7	0.66	1.35	0.75
731.3	2212.3	769.9	883.2	2.505	1305.2	1.48	0.87	1.78
812.5	1676.0	843.5	1612.0	1.040	846.6	0.53	0.52	1.04
2423.2	4739.7	3035.7	3894.1	1.217	2072.5	0.53	0.78	0.86
1251.5	3451.6	1579.9	1667.5	2.070	1620.2	0.97	0.95	1.29
1019.1	2609.2	1032.2	896.2	2.911	1316.3	1.47	1.15	1.29
1438.3	2460.2	745.0	1280.8	1.921	859.2	0.67	0.58	0.60
703.3	2588.7	1181.9	1824.0	1.419	1709.0	0.94	0.65	2.43
2109.9	4666.2	2106.1	1675.9	2.784	1280.9	0.76	1.26	0.61
2030.4	5648.3	3446.1	2076.1	2.721	1582.0	0.76	1.66	0.78
1756.5	5005.4	3633.9	3799.7	1.317	2408.5	0.63	0.96	1.37
645.8	1466.2	858.7	1178.8	1.244	686.1	0.58	0.73	1.06
838.2	1529.2	810.0	1462.1	1.046	680.7	0.47	0.55	0.81
925.6	2023.0	980.5	1384.3	1.461	968.6	0.70	0.71	1.05
6281.8	9055.8	3044.0	7236.4	1.251	2451.8	0.34	0.42	0.39
2032.5	4229.1	1845.1	2110.2	2.004	1936.4	0.92	0.87	0.95
1667.4	3984.1	1625.7	1489.3	2.675	1815.2	1.22	1.09	1.09
1516.9	3760.4	1655.8	1492.7	2.519	1762.2	1.18	1.11	1.16
1969.3	5030.9	1780.0	2226.0	2.260	2714.2	1.22	0.80	1.38
1551.9	5757.2	2040.5	4280.3	1.345	3888.2	0.91	0.48	2.51
1778.4	3183.3	1116.6	2261.9	1.407	1217.9	0.54	0.49	0.68
1437.7	2369.3	693.4	1001.1	2.367	688.5	0.69	0.69	0.48
530.3	1382.9	728.3	930.7	1.486	666.1	0.72	0.78	1.26
805.7	2090.4	817.7	1089.0	1.920	1135.3	1.04	0.75	1.41

1252.7	2119.2	1070.3	1614.3	1.313	746.1	0.46	0.66	0.60
1031.5	2817.2	1398.7	1147.7	2.455	1283.8	1.12	1.22	1.24

Степень выраженности излучины – это отношение длины излучины R к шагу излучины λ . На Рисунках 12-15 представлена степень выраженности (развитости) излучин рек Анти-Паеаяха.



Рисунок 12 – Степень выраженности (развитости) излучин р. Анти-Паеаяха

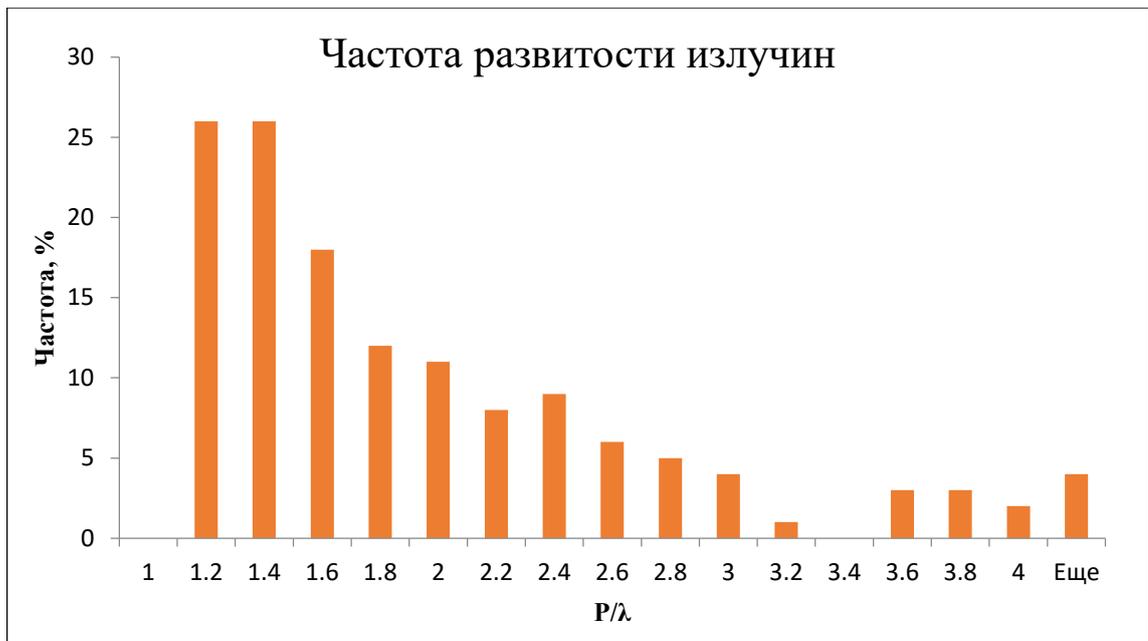


Рисунок 13 – Гистограммы частоты развитости излучин P/λ реки Анти-Паеаяха.

На данном рисунке 13 видно, что большая часть излучин реки Анти-Паеаяха – сегментные, длина которых не превышает 2 шагов излучин.



Рисунок 14 – Диаграмма распределения шага излучин по длине реки Анти-Паежая.

На рисунке 14 можно наблюдать два явно выраженных сегмента, где шаг излучин резко возрастает. Это происходит в середине реки и около устья. Объяснить такие резкие скачки шага излучин можно большой боковой приточностью в середине реки, которая впоследствии приводит к разделению русла на две протоки у устья.

Заключение

Основной целью данной бакалаврской работы было исследование реки Анти-Паеаяха Гыданского полуострова для установления характерного типа руслового процесса, а также определение закономерностей строения излучин на реки Анти-Паеаяха.

При ознакомлении с основными теоретическими положениями изучаемой проблемы были рассмотрены типизации руслового процесса, морфометрические характеристики различных типов руслового процесса, изучены закономерности строения меандрирующих рек и методики морфометрической оценки речной излучины.

Для обоснования особенностей русловых процессов этого малоизученного региона были рассмотрены физико-географические характеристики Гыданского полуострова, а именно климатическая характеристика, гидрологическая характеристика, водный режим и уровенный режим.

В ходе работы был изучен спутниковый снимок реки полуострова Гыдан за 2012 год с целью оценки скоростей плановых деформаций. Выполненный анализ показал, что русловые процессы на этих реках нельзя отнести к классическому типу свободного меандрирования. Река Анти-Паеаяха Гыданского полуострова относится к более сложному и уникальному виду свободного меандрирования, что связано с особыми физико-географическими условиями и тем, что они находятся в зоне многолетней мерзлоты. Это необходимо учитывать при дальнейшем антропогенном воздействии на район, так как нарушение природных условий может серьезно изменить и характер деформаций речных русел.

Из гистограммы распределения выраженности следует следующий вывод – излучины рассматриваемых рек представлены в основном двумя

группами. Первая группа – сегментные излучины, длина которых не превышает 2 шагов излучин. Вторая группа – это петлеобразные излучины.

Гистограмма шага развитости излучин показала, что шаг излучин резко возрастает, это происходит в середине реки и около устья. Объяснить такие резкие скачки шага излучин можно большой боковой приточностью в середине реки, которая впоследствии приводит к разделению русла на две протоки у устья.

В результате выполнения бакалаврской работы, поставленные цели были достигнуты, а именно получение закономерности распределения характеристик излучин реки, Характеристика излучин реки Ямальского полуострова реки Анти-Паеаяха с излучинами рек Гыданского полуострова и выявление предельной степени развития излучины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2018 – Свод правил. Строительная климатология.
2. СП 20.13330.2016 – Свод правил. Нагрузки и воздействия.
3. Барышников Н. Б. Русловые процессы: учебник. – СПб.: изд. РГГМУ. – 2008. – 439 с.
4. Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири. Под. ред. С. М. Новикова — СПб. : ВВМ, 2009. — 536 с.
5. Кондротьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса.-Л.:Гидрометеиздат, 1982.-272с.
6. Попов И.В. Методологические основы гидроморфологической теории руслового процесса: Избранные труды. — СПб. : Нестор-История, 2012. — 304 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 3. Нижний Иртыш и Нижняя Обь, - Л, Гидрометеиздат, - 1973. – 424 с.
8. Чалов Р. С., Завадский А. С., Панин А. В. Речные излуины. М.: изд-во МГУ. 2004
9. Чалов Р. С. Русловые процессы (русловедение): учебное пособие – М.: ИНФРА-М, 2016. – 565 с.

Приложение

Приложение А. Статистическая обработка полученных рядов данных по рекам Анти-Паётаяха.

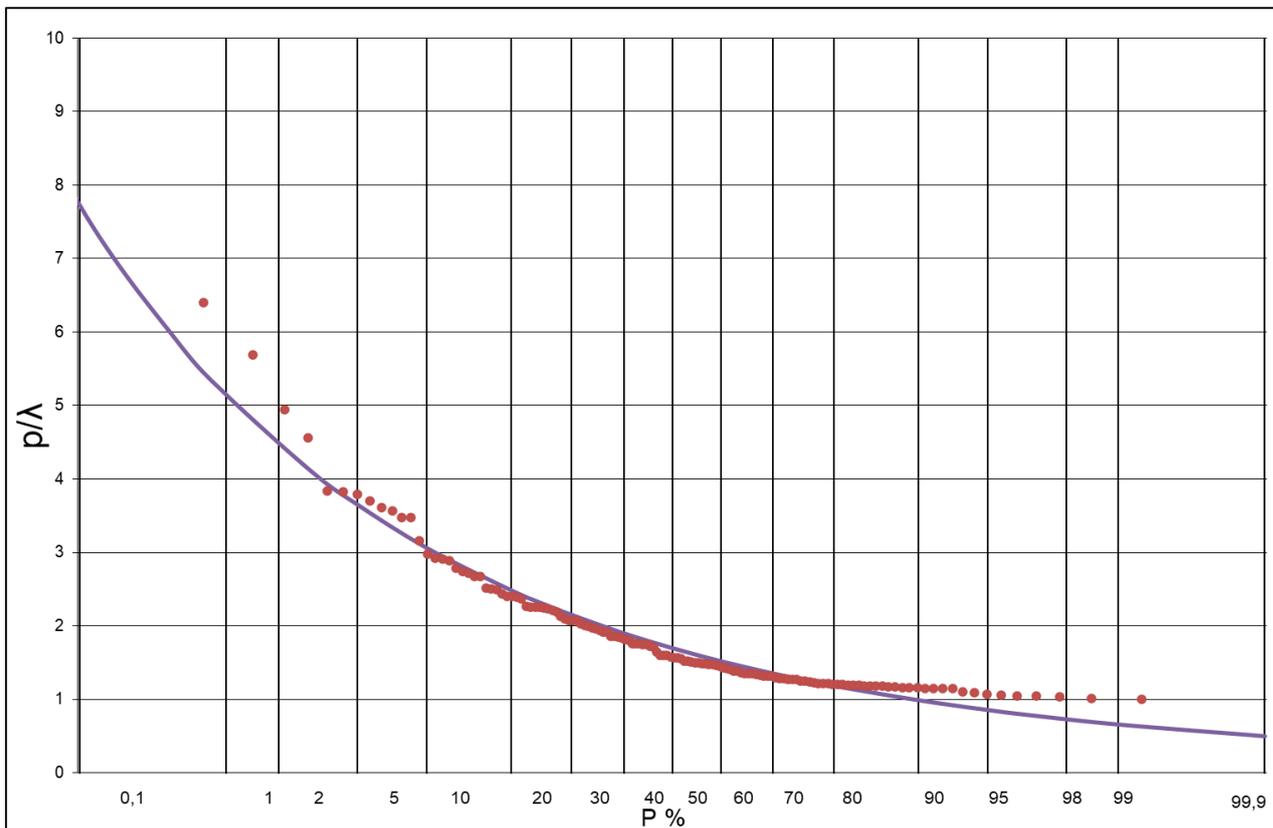


Рисунок 1 – Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченности

Крицкого-Менкеля для ряда значений развитости излучин реки Анти-Паётаяха ($C_v=0.49$,
 $C_s/C_v=4$)

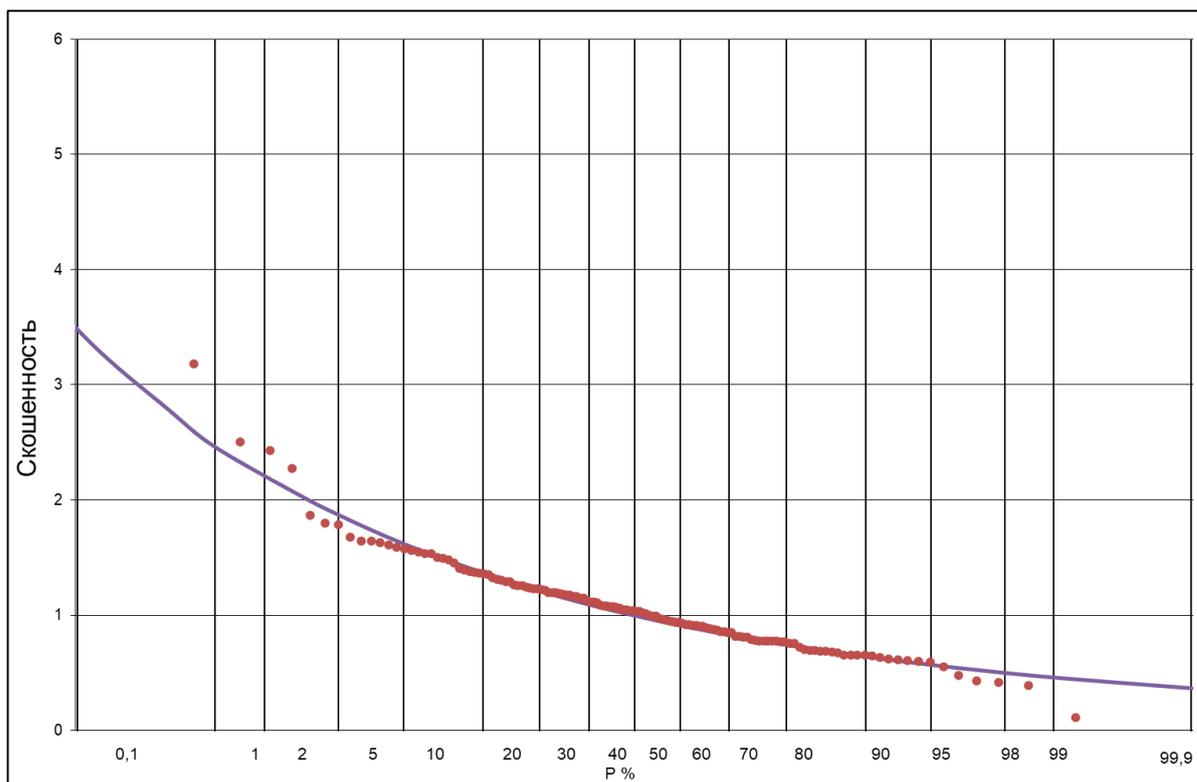


Рисунок 2 – Эмпирическая и аналитическая кривые обеспеченности Крицкого-Менкеля для ряда значений скошенности излучин реки Анти-Паётаяха ($C_v=0.39$, $C_s/C_v=4$)