МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ТАНАНАЕВ НИКИТА ИВАНОВИЧ

УДК 556.537:556.345

СТОК НАНОСОВ И РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

НА РЕКАХ КРИОЛИТОЗОНЫ

25.00.27 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Научный руководитель доктор географических наук, профессор Р.С. Чалов

Москва - 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ 1

ВВЕДЕНИЕ 3

ГЛАВА 1. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА НАНОСОВ И РУСЛО¬ВЫХ ПРОЦЕССОВ В КРИОЛИТОЗОНЕ 11

1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРИОЛИТОЗОНЫ И ВЛИЯНИЕ МЕРЗЛОТЫ НА СТОК

НАНОСОВ И РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ 11

1.2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕЛЬЕФ 14

1.3. КЛИМАТ 18

1.4. ГИДРОГРАФИЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕК 24

1.4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ 24

1.4.2. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕК В КРИОЛИТОЗОНЕ 27

1.4.3. РЕЧНОЙ СТОК И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ. 31

1.4.4. ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ 39

1.5. МЕРЗЛОТНЫЕ УСЛОВИЯ 41

ГЛАВА 2. ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНО¬СОВ РЕК КРИОЛИТОЗОНЫ 49

2.1. ИЗУЧЕННОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК

КРИОЛИТОЗОНЫ 49

2.2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 54

2.3. ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТОКА НАНОСОВ В РАЗЛИЧНЫХ ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБАХ 56

2.3.1. ВНУТРИГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ 56

2.3.2. МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ 70

Выводы к ГЛАВЕ 2. 75

ГЛАВА 3. МНОГОЛЕТНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОКА ВЗВЕШЕН¬НЫХ НАНОСОВ РЕК КРИОЛИТОЗОНЫ 77

3.1. ИЗУЧЕННОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ В

КРИОЛИТОЗОНЕ 77

3.2. Роль ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ в ФОРМИРОВАНИИ СТОКА

НАНОСОВ С ВОДОСБОРОВ РЕК КРИОЛИТОЗОНЫ 82

3.3. РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ С НЕИЗУЧЕННЫХ

ВОДОСБОРОВ КРИОЛИТОЗОНЫ 94

Выводы к ГЛАВЕ 3. 101

ГЛАВА 4. УСЛОВИЯ И ОСОБЕННОСТИ РУСЛОФОРМИРОВАНИЯ РЕК КРИОЛИТОЗОНЫ 103

4.1. ОЦЕНКА РОЛИ ПРОМЕРЗАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ РУСЕЛ 103

і

4.2. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЁРЗЛЫХ ГРУНТОВ

4.3. МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ МЁРЗЛЫХ ГРУНТОВ

4.4. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПРОМЕРЗАНИЯ В РУСЛАХ БОЛЬШИХ РЕК

КРИОЛИТОЗОНЫ 117

4.5. ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ИХ СОПОСТАВЛЕНИЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ РАСЧЁТОВ 120

Выводы к ГЛАВЕ 4. 125

ГЛАВА 5. РУСЛОВЫЕ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ РАВНИН¬НЫХ РЕК КРИОЛИТОЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕЙ ЛЕНЫ) ПОД ВЛИЯНИЕМ СЕЗОННОГО И МНОГОЛЕТНЕГО ПРОМЕРЗАНИЯ 127

5.1. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНОВ ДЕФОРМАЦИЙ РУСЛА: МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА 127

5.2. РУСЛОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ НА УЧАСТКЕ СРЕДНЕЙ ЛЕНЫ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА

НИХ СЕЗОННОГО И МНОГОЛЕТНЕГО ПРОМЕРЗАНИЯ РУСЛА. 129

5.2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУСЛА И УСЛОВИЙ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ НА

ИССЛЕДУЕМОМ УЧАСТКЕ. ' 129

5.2.2. РУСЛОВЫЕ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ ПАВЛОВСКОГО ПЕРЕКАТА И

ИХ СВЯЗЬ С ПРОМЕРЗАНИЕМ ГРУНТОВ 13 3

5.3. ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОМЕРЗАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ

РУСЛА СРЕДНЕЙ ЛЕНЫ 143

5.4. ВЛИЯНИЕ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ НА ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В

СРЕДНЕМ И НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ ЛЕНЫ. 151

Выводы к ГЛАВЕ 5. 156

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрены основные закономерности формирования стока наносов, морфологии и динамики русел больших равнинных рек крио-литозоны, условия промерзания речных отложений, определены возможности прогнозирования распространения многолетнемёрзлых пород в руслах рек.

1. Изменчивость мерзлотных условий территории криолитозоны определяется её дифференциацией по климатическим условиям и свойствам рельефа. Ис-следование её географических закономерностей позволило выделить в преде¬лах криолитозоны 6 субрегионов по условиям формирования стока взвешен¬ных наносов, что определяется характеристиками рельефа, климатическими условиями и типом водного режима.

2. Влияние мерзлотных условий на сток взвешенных наносов по-разному про-является в различных временных масштабах. В отдельные фазы водного ре¬жима изменчивость определяется ограничением эрозии на водосборах криоли¬тозоны в период формирования талого стока. Для большинства рек криолито¬зоны в период половодья и паводков наблюдаются положительная связь s = s(Q). Это проявляется в превышении мутности на подъёме половодья над мут¬ностью в период спада, причём максимум мутности наблюдается в среднем на 3-5 дней раньше максимума расхода воды; это связано с истощением источни¬ков поступления наносов на водосборах и в руслах рек;. Для рек с дальнево¬сточным типом водного режима характерны отрицательные связи s = s(Q), как в период половодья, так и во время паводков. Расходы взвешенных наносов при паводках превышают таковые в период половодья (при одинаковом рас¬ходе воды) только на реках с дальневосточным типом водного режима; на ре¬ках с восточно-сибирским типом водного режима это возможно только в тех случаях, если паводочные расходы превышают максимально наблюдённые в половодье. Связанные с мерзлотными условиями гистерезисные явления (не¬равенство расходов взвешенных наносов в различные фазы водного режима при Q = const) характерны для всех рек криолитозоны.

3. Межгодовая изменчивость стока взвешенных наносов зависит от изменчи¬вости климатических характеристик криолитозоны в зимний период. Предло¬женный гидротермический показатель ГТ3, основанный на сопоставлении сумм осадков и отрицательных температур зимнего периода, отражает влияние синоптической изменчивости на мерзлотные условия криолитозоны. Для рек с восточно-сибирским типом водного режима на графиках R=f(Q) выделены две ветви, характеризующие годы со значениями ГТ3 > 1 и ГТ3 < 1, причём в годы сГТ3 ^ 1 (теплые, мягкие зимы) расходы наносов больше, чем в годы с У "У 3 ^ 1 (суровые зимы). Полученные связи R с суммами положительных температур для рек с дальневосточным типом водного режима показывают, что ГТ3 разде¬ляет поле точек связи R=f(Q) на две ветви, причём Rrr3> і > Rn3<\-

4. Впервые получена связь между параметрами связи R = f(Q) для территории криолитозоны, имеющая региональный характер. Основные ветви графика связи соответствуют районированию криолитозоны России по характеристи¬кам рельефа и климата. Определяющими формирование стока взвешенных на¬носов основными физико-географическими характеристиками водосборов криолитозоны являются средняя высота водосбора Я, слой осадков Р и темпе¬ратура воздуха Т. На основании выявленных закономерностей составлены кар¬ты модуля стока взвешенных наносов и средней мутности рек, предложена ме¬тодика расчёта стока взвешенных наносов с водосборов неизученных рек криолитозоны. Данная методика заключается в определении параметров урав¬нения R = AQ" по картам или эмпирическим уравнениям связи m =f(H, Р, Т) и А = f(m); норма стока неизученной реки может быть определена одним из ряда принятых в гидрологии методов.