

УДК 913.1/913.8

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ РЕК ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В НЕОГОЛОЦЕНЕ И В СОВРЕМЕННОЕ ВРЕМЯ

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE VARIABILITY OF EROSION-ACCUMULATION PROCESSES IN THE RIVERS OF THE SOUTH OF THE TYUMEN REGION IN THE NEO-GOLOCENE AND IN MODERN TIMES

Анна Александровна Куракова, студентка, кафедра геоэкологии, Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация

a.a.kurakova@mail.ru

625003, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д.6

Сергей Иванович Ларин, кандидат географических наук, доцент, кафедра геоэкологии, Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация

s.i.larin@utmn.ru

625003, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д.6

Anna A. KURAKOVA

Tyumen State University, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation

a.a.kurakova@mail.ru

6 Volodarskogo St., 625003 Tyumen, Russia

Sergej I. LARIN

Tyumen State University, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation

s.i.larin@utmn.ru

6 Volodarskogo St., 625003 Tyumen, Russia

Аннотация

Постоянные мониторинговые исследования эрозионно-аккумулятивные процессов на юге Тюменской области отсутствуют. Инструментальные измерения проводились только на реках Тура и Иртыш под руководством Н.В. Белова с 1980 по 1993 годы. Для реконструкции водности и изменчивости эрозионно-аккумулятивных процессов использовались следы чередующихся грив и ложбин в поймах рек Вагай, Ишим, Тавда, Тура и Тобол, а также определялась потенциальная степень экологической напряженности на исследуемых участках рек.

Abstract

Monitoring of erosion-accumulation processes in the south of the Tyumen region are absent. Investigation were carried out only on the rivers Tura and Irtysh by N.V. Belov from 1980 to 1993. To reconstruct the water content and variability of erosion-accumulation processes, we were used traces of alternating manes and troughs in the floodplains of the Vagay, Ishim, Tavda, Tura and Tobol rivers. Also, we were determined the potential degree of ecological tension in the investigated sections of the rivers.

Ключевые слова: голоцен, эрозионно-аккумулятивные процессы, Тавда, Тура, Тобол, Вагай, Ишим, палеогидрология, устойчивость русла, палеогеография

Keywords: the Holocene, riverbed processes, Tavda River, Tura River, Tobol River, Vagai River, Ishim River, paleohydrology, bed stability, paleogeography

Грядово-ложбинный рельеф в долинах рек является следствием миграции русла реки. Он служит показателем горизонтальных деформаций реки и изменений климатических и гидрологических условий территории.

Методы исследования. Для анализа изменчивости русловых процессов в долинах магистральных рек юга Тюменской области и условий их формирования были выбраны наиболее характерные участки на реках Вагай, Ишим, Тавда, Тобол и Тура (Рис. 1). В программе SASPlanet были обработаны космоснимки с информацией о динамике русловых процессов. На каждом из ключевых участков названных выше рек можно наблюдать следы миграции русла реки в прошлом, представленные в виде последовательности грив внутри шпоры со старичными понижениями, которые были когда-то руслом рек.

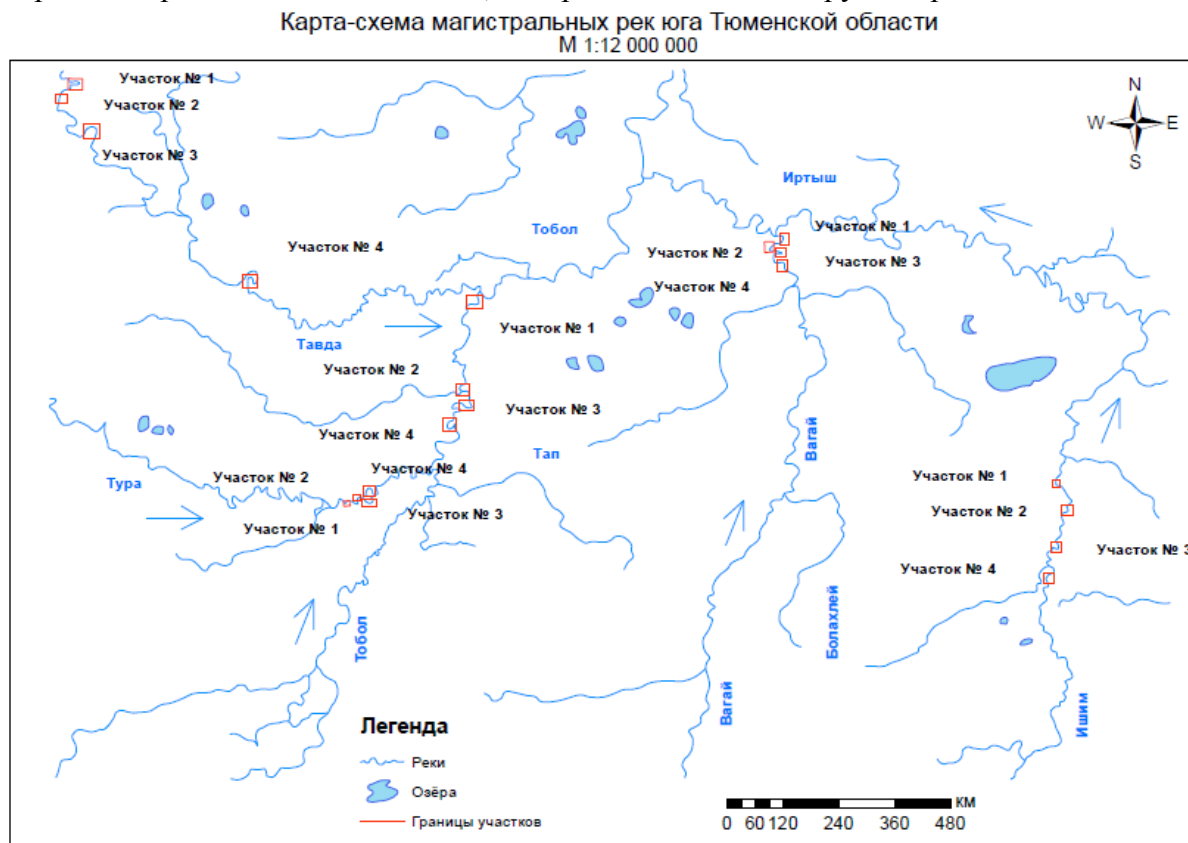


Рисунок 1 – Карта-схема магистральных рек юга Тюменской области
(выполнено авторами).

Результаты и обсуждения. В ходе работы использовались палеогидрологический, геоморфологический, статистический, графический методы, метод дистанционного зондирования и другие. Одним из основных является метод В.И. Антощенко-Оленева [1], заключающийся в измерении на топокартах и аэрофотоснимках радиусов кривизны (r) и ширины палеорусла (b). Нами были произведены соответствующие замеры по космоснимкам на выбранных участках рек в SASPlanet с помощью инструмента программы «Линейка» и палетки. По итогам измерений были получены данные для каждого из анализируемых участков, а также проведены расчеты необходимых параметров. Следуя методике [1], сначала были найдены отношения внешних радиусов кривизны палеорусловины к ширинам палеорусел на выбранных участках исследуемых рек. Те же действия были применены и к внутренним радиусам. После получения данных отношений были найдены средние арифметические между ними.

Для всех участков р. Тавда данные получились в диапазоне $-2,96 - 7,91$. Для участков р. Тобол величины составляют от $-10,02$ до $9,71$. На участках р. Тура данные имеют интервал от $-2,01$ до $1,56$. Для р. Вагай этот диапазон составляет $-1,25 - 22,45$, а на участках р. Ишим от $-1,38$ до $8,37$.

Статистическая обработка полученных данных и расчет парных коэффициентов корреляции между параметрами отношения радиуса кривизны палеорусла к ширине ложбины на всех участках изучаемых рек выявили значимые коэффициенты корреляции.

После построения графиков вышеназванных параметров эрозионно-аккумулятивных образований на участках всех исследуемых рек, были выявлены максимумы и минимумы значений для каждой реки. Итоги анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество максимумов и минимумов значений на графиках исследуемых рек (по данным авторов)

п/п	Количество максимумов	Количество минимумов
1.	Река Тавда	
	3	3
2.	Река Тобол	
	3	2
3.	Река Тура	
	3	4
4.	Река Ишим	
	3	2
5.	Река Вагай	
	3	3

Данные максимумы значений соответствуют пикам водности, минимумы, вероятно отвечают, маловодным периодам.

Эрозионно-аккумулятивные образования рек формируются в определенных гидрологических условиях. Одним из важных элементов водного режима реки является расход. Он определяет скорость размыва и величину радиуса кривизны и ширины русла. Для реконструкции древних расходов на исследуемых реках была использована формула Н. И. Маккавеева [2]:

$$Q_d = Q_c \left(\frac{r_d}{r_c} \right)^2, \text{ где}$$

Q_d – древний расход, м³/с;

Q_c – современный расход, м³/с;

r_d – радиус кривизны древней излуины, м;

r_c – радиус кривизны современной излуины, м;

Чтобы рассчитать древние расходы рек, необходимо знать современные значения расходов, древние и современные радиусы кривизны русла каждой реки. Современные расходы всех изучаемых рек взяты из справочников. Для радиусов кривизны древних излуин были использованы полученные нами значения. Радиусы кривизны современных излуин были измерены по космоснимкам в программе SASPlanet с помощью инструмента программы «Линейка» и палетки.

Рассчитанные древние расходы на исследуемых участках № 1, 3 и 4 р. Тавды получились в диапазоне 82-767 м³/с, они больше по сравнению с современными расходами (79-654 м³/с), на участке № 2 – 187-664 м³/с, которые укладываются в интервал современных значений расхода воды 120-766 м³/с. На р. Тобол на всех участках древние расходы получились в диапазоне 56-2350 м³/с, которые намного превышают современные расходы реки (122-1050 м³/с). На р. Тура современные расходы составляют 62-384 м³/с, тогда как древние расходы имели больше диапазон - 3-398 м³/с. Река Вагай при нынешнем расходе воды 7-54 м³/с, имела в прошлом меньше расход (1-19 м³/с). Река Ишим также в прошлом имела меньше расход (5-42 м³/с) по сравнению с современными – 14-176 м³/с.

К полученным древним радиусам кривизны также был применен корреляционный анализ на выявление связи между параметрами. Результаты корреляции подтвердили тесную связь практически между всеми рассчитанными величинами всех исследуемых участков рек.

Проведенные расчеты и их результаты, которые были изложены выше, говорят о том, что процессы, которые происходили на исследуемых участках рек Ишим, Вагай, Тавда, Тобол и Тура и формировали русловой рельеф в их долинах, находились в тесной

взаимосвязи и предположительно развивались в схожих условиях. Палеоруслу, имеющие высокие значения радиусов кривизны и ширины, развивались в условиях повышенной водности и высоких расходов реки. В противоположном случае, происходило развитие древнего русла реки в условиях низких расходов реки.

Чтобы провести геоэкологический анализ изменчивости эрозионно-аккумулятивных процессов была использована методика К.М.Берковича и А.Ю.Сидорчука [3], согласно которой по определенным параметрам можно оценить устойчивость русла реки в естественных и антропогенных условиях.

Для того, чтобы проанализировать по данной методике устойчивость русла на данных участках изучаемых рек, необходимо знать следующие параметры: Коэффициент устойчивости Лохтина, геолого-геоморфологические условия, средние скорости размыва берегов (м/год), характер горизонтальных деформаций и скорость смещения форм руслового рельефа (м/год).

Первый показатель, коэффициент устойчивости Лохтина, был определен по карте «Районирование рек СССР по степени устойчивости русла (по М. И. Львовичу)». Второй показатель, геолого-геоморфологические условия, были установлены по анализу космоснимков и соответствующих карт данной территории. Средние скорости размыва берегов смогли быть выявлены только для реки Тура при помощи анализа имеющихся фондовых и литературных данных.

Чтобы определить четвертый и пятый показатели были взяты разновременные космоснимки с интернет-ресурса EarthExplorer.usgs.gov и обработаны при помощи программы ArcGIS 10.0. Получить результаты удалось только для трёх рек из пяти: Тавда, Тобол и Тура. Русло рек Вагай и Ишим на исследуемых участках за данные периоды времени не изменили своего положение в плане.

После сравнения современного положения русла рек с их прошлым положением, удалось выяснить скорость смещение границ русел рек. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры смещения русел рек Тавда, Тобол и Тура (по данным авторов)

Участок реки	Временной интервал	Общее смещение русла реки, м	Смещение русла реки, м/год
Тобол 1	1979-2016	714	19,30
Тобол 2		691	18,68
Тобол 3		581	15,70
Тобол 4		887	23,97
Тавда 1	2000-2016	293	18,31
Тавда 2	1987-2016	261	9,00
Тавда 3	2000-2016	568	35,50
Тавда 4	2000-2016	611	38,19
Тура 1	1975-2016	293	7,15
Тура 2		261	6,37
Тура 3		568	13,85
Тура 4		611	14,90

Из таблицы видно, что наибольшие и самые интенсивные смещения русла реки произошли у Тавды, наименьшие - у Туры. Это может быть обусловлено как гидрологическими режимами рек, так и геолого-геоморфологическими условиями территории. Помимо этого, удалось установить характер горизонтальных деформаций. Итоговые данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры устойчивости русел рек Тавда, Тобол и Тура (по данным авторов)

Река	Коэффициент устойчивости, Л	Геолого-геоморфологические условия	Средние скорости размыва берегов, м/год	Характер горизонтальных деформаций	Скорость смещения форм руслового рельефа, м/год
Тавда	2,5-5	Чередование свободных и ограниченных	-	постепенные (десятилетия)	Менее 50 (9-38)
Тобол	2,5-5	Чередование свободных и ограниченных	-	постепенные (десятилетия)	Менее 50 (15-23)
Тура	2,5-5	Чередование свободных и ограниченных	Менее 2	постепенные (десятилетия)	Менее 50 (6-14)
Ишим	2,5-5	Чередование свободных и ограниченных	-	-	-
Вагай	2,5-5	Чередование свободных и ограниченных	-	-	-

Выводы. Таким образом, русла рек Тавда, Тобол и Тура на исследуемых территориях можно отнести к среднеустойчивым, а реки Вагай и Ишим – слабоустойчивые. Из этого следует, что очень высокий риск возникновения экологической напряженности на данных участках в случае антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Антощенко-Оленев И.В. История природных обстановок и тектонических движений в позднем кайнозое Западного Забайкалья / И.В. Антощенко-Оленев. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1982. -156 с.
2. Экспериментальная геоморфология. Вып. 2 Под ред. Н.И. Маккавеева. М.: Изд-во МГУ, 1969. 181 с.
3. Беркович К.М., Сидорчук А.Ю. Оценка устойчивости русел рек Европейской России и ее оценка в связи с антропогенными нагрузками на реки и их бассейны. В сб.: Проблемы оценки экологической напряженности Европейской территории России: факторы, районирование, последствия. М. 1996, с.77-87

References

1. Antoshhenko-Olenev I.V. Istoriya prirodnyh obstanovok i tektonicheskikh dvizhenij v pozdnem kajnozoe Zapadnogo Zabajkal'ja [The history of natural settings and tectonic movements in the late Cenozoic of Western Zabaikalia] / I.V. Antoshhenko-Olenev. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1982. -156 s.
2. Jeksperimental'naja geomorfologija. Vypusk 2 [Experimental Geomorphology. Volume 2] Pod red. N.I. Makkaveeva. M.: Izd-vo MGU, 1969. 181 s.
3. Berkovich K.M., Sidorchuk A.Yu. Otsenka ustoichivosti rusel rek Evropeiskoi Rossii i ee otsenka v svyazi s antropogennymi nagruzkami na reki i ikh basseiny [Evaluation of the sustainability of river beds in European Russia and its assessment about anthropogenic pressures

on rivers and their basins]. V sb.: Problemy otsenki ekologicheskoi napryazhennosti Evropeiskoi territorii Rossii: faktory, raionirovanie, posledstviya. M. 1996, s.77-87