

УДК 913+551.4.08

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЛЬЕФА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НИЖНЕГО ПРИОБЬЯ

Е.А. Еременко¹, Ю.Н. Фузеина², М.В. Власов³, Е.В. Ворошилов⁴, А.А. Деркач⁵,
А.В. Бредихин⁶

^{1, 2, 4, 5, 6} *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии*

³ *ООО «ФРЭКОМ», г. Москва*

¹ *Доцент, канд. геогр. н.; e-mail: eremenkoeaig@gmail.com*

² *Доцент, канд. геогр. н.; e-mail: donaldw@bk.ru*

³ *Главный специалист, e-mail: vlasov-maxim@mail.ru*

⁴ *Магистрант; e-mail: voroshilov@yahoo.com*

⁵ *Преподаватель, к.г.н., e-mail: derkach1977@yandex.ru*

⁶ *Зав. кафедрой, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: avbredikhin@yandex.ru*

Для оценки масштабов и выделения видов антропогенной трансформации рельефа при хозяйственном освоении территории Нижнего Приобья выполнены комплексные геоморфологические исследования в районе гг. Салехарда и Лабытнанги, включавшие крупномасштабную геоморфологическую съемку, аэрофотосъемку с БПЛА, дешифрирование космических снимков и анализ цифровой модели рельефа. Установлено, что на территории Нижнего Приобья прямая трансформация рельефа при освоении существенно преобладает над косвенной (площадь подверженных участков составляет 42,6 км² и 3,7 км² соответственно). Среди положительных антропогенных форм распространены площадные (в т. ч. отвалы карьеров, свалки ТБО и опилок) и дорожные насыпи (общая площадь – 16,4 км², объем – около 30 млн м³). Отрицательные формы представлены карьерами и выемками, дренажными канавами (3,8 км² и около 25 млн м³). Определены морфологические параметры антропогенных форм и показана их зависимость от функционального назначения. Площадь участков искусственного выравнивания и террасирования поверхности без отсыпок составила до 22,4 км², косвенной трансформации рельефа (участков активизации термокарста, линейной эрозии, делювиального смыва) – 3,7 км². Наибольшей трансформации в результате хозяйственного освоения Нижнего Приобья подвергся естественный рельеф долинного комплекса Оби, Полуя и Соби: 59% от площади ареала прямой трансформации приходится на поймы, I и II надпойменные террасы. При этом освоение пойменных уровней (как и между-речных поверхностей) сопровождается сооружением крупных положительных форм (насыпей), в то время как при строительстве на речных террасах производится чаще всего выравнивание рельефа без масштабной отсыпки грунта. Показано, что масштаб антропогенного воздействия (в том числе создаваемых форм антропогенного рельефа) определяется двумя основными факторами – типом природопользования и природными условиями (в частности, геолого-геоморфологическими и геокриологическими). При этом значимость второго фактора на территории Арктической зоны РФ существенно возрастает в сравнении с другими территориями, что обуславливает необходимость комплексной оценки природных условий на перспективных участках освоения с целью снижения затрат и минимизации неблагоприятных и опасных последствий природопользования.

Ключевые слова: Харп, Лабытнанги, Салехард, Аксарка, антропогенный рельеф, антропогенное воздействие, хозяйственное освоение Арктики

ВВЕДЕНИЕ

Нижнее Приобье – один из крупнейших районов хозяйственного освоения Российской Арктики, имеющий длительную историю становления. Это важнейший в западносибирской Арктике транспортный узел, значимость которого в последние десятилетия неуклонно возрастает [Деттер, Константинова, 2016; Замятина, Гончаров, 2020]. Соседство судоходной водной артерии (Обь, впадающая в Обскую губу с выходом к Северному морскому пути (СМП)), уникальных рудных месторождений Полярного Урала и залежей углеводородов Ямала создало благоприятные предпосылки для форми-

рования здесь крупной (по арктическим меркам) городской агломерации, включающей административный центр Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) г. Салехард, г. Лабытнанги и пгт. Харп. История освоения природных ресурсов Нижнего Приобья насчитывает несколько столетий, однако на первом и наиболее продолжительном этапе (до начала XX в.) ведущими типами природопользования оставались традиционные оленеводство, охота и рыболовство. Широкомасштабная трансформация природных комплексов в результате строительства и горнодобычи началась здесь около ста лет назад и сопровождается изменением естественного

рельефа территории и спектра характерных геоморфологических процессов [Деттер, Константинова, 2016].

Целью исследования являлась количественная оценка масштабов и выделение типов антропогенной трансформации рельефа Нижнего Приобья в районе гг. Салехард и Лабытнанги.

Несмотря на длительную историю природопользования, а также повышенный научный интерес к природным и природно-антропогенным комплексам севера Западной Сибири в последние десятилетия, инвентаризация антропогенного рельефа и антропогенно обусловленных изменений естественного хода геоморфологических процессов ранее в крупном масштабе для территории всей агломерации не проводилась. В обобщающих работах последних лет (например, [Эколого-геоморфологический анализ..., 2020]) выделены основные геоэкологические проблемы и геоморфологические последствия хозяйственного освоения, в частности, территории г. Салехарда, однако количественных параметров антропогенной трансформации (площадь воздействия, объемы антропогенных отложений и пр.) до сих пор получено не было. В то же время, изучение антропогенной трансформации рельефа крупнейшего транспортного узла и столичного центра ЯНАО интересно с точки зрения, во-первых, количественного сравнения последствий хозяйственной деятельности с аналогичными последствиями в других арктических ареалах освоения, а во-вторых, выявления ключевых направлений изменения рельефа и современных геоморфологических процессов для разработки стратегии снижения рисков активизации неблагоприятных и опасных природных процессов в районах перспективного освоения.

Масштаб и типы антропогенных трансформаций рельефа в ходе освоения определяются, прежде всего, типом природопользования [Бредихин и др., 2020]. Однако существенную роль играют также геоморфологическое строение территории, литологический состав поверхностных отложений, криогенное строение и льдистость грунтов. Все эти условия определяют конструкции зданий и сооружений, их взаиморасположение, мощность насыпей, а также спектр антропогенно обусловленных

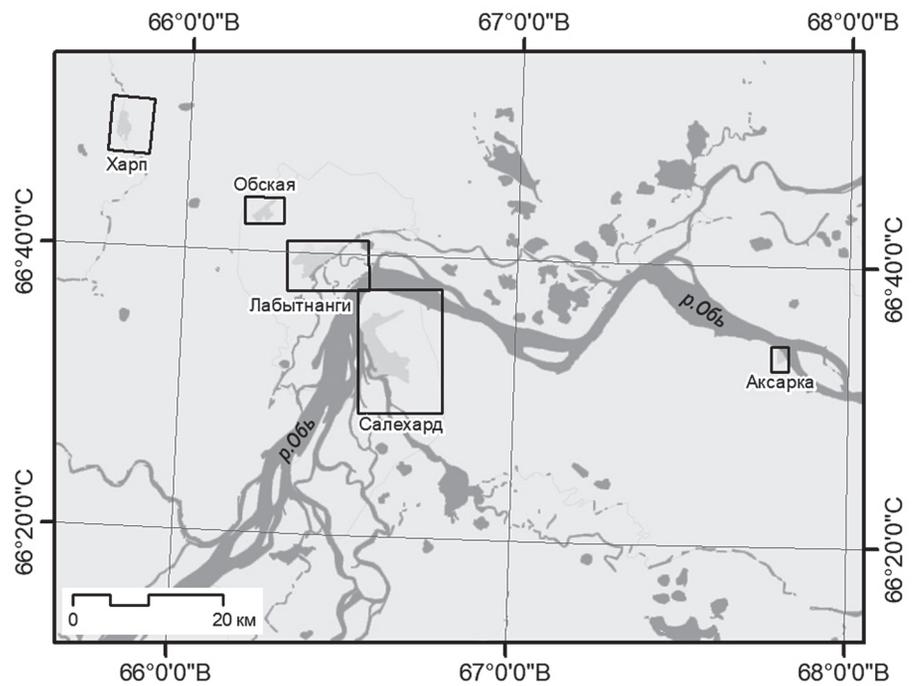


Рис. 1. Местоположение участков геоморфологической съемки в Приуральском районе ЯНАО

Fig. 1. Location of geomorphological survey sites in the Priuralsky district of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

геоморфологических процессов в зонах освоения. Выполненные исследования нацелены, в том числе, на выявление и количественную оценку взаимосвязи между степенью антропогенной трансформации и природными условиями территории в крупном масштабе.

Для изучаемого района характерен в целом равнинный рельеф. Город Салехард и п. Аксарка (административный центр Приуральского района ЯНАО) располагаются на правом берегу Оби в пределах Обь-Полуйского междуречья, которое в виде субшироко вытянутой гряды возвышается над Нижнеобской низменностью и широкой долиной Полуя.

Максимальные отметки абсолютных высот достигают здесь 135–145 м, характерны значительные глубина (до 50–100 м) и густота эрозионного расчленения. Междуречные поверхности в пределах зоны освоения сложены аллювиально-морскими отложениями позднего плейстоцена (пески, супеси, реже – суглинки), в днищах крупных долин выражены пойма и серия надпойменных террас, сложенные песчаным и супесчаным аллювием позднплейстоцен-голоценового возраста. Многолетнемерзлые породы имеют сплошное распространение на междуречьях, вблизи долин крупных рек местами отсутствуют или кровля заглублена на первые десятки метров, мощность не превышает 300 м, температура изменяется от –1 до –3°C [Атлас..., 2004]. Город Лабытнанги расположен на ле-

вобережье Оби в пределах полого снижающейся с запада на восток равнины с абсолютными отметками от 300–400 м (к востоку от п. Харп) до 50–100 м (в г. Лабытнанги). Залегающие с поверхности четвертичные отложения характеризуются горизонтальной и вертикальной неоднородностью состава. Аллювиальные и аллювиально-морские преимущественно песчаные позднеплейстоценовые отложения при движении с востока на запад (в сторону предгорий Полярного Урала) сменяются в районе мкр. Обская ледниковыми (супеси и суглинки с валунами, галькой и щебнем) и водно-ледниковыми (пески, супеси, суглинки) отложениями позднего плейстоцена, покров которых прерывается в районе низкогорий окрестностей п. Харп. Западная часть изученной территории является наиболее возвышенной, отметки абсолютных высот приближаются к 500 м и морфологический облик рельефа начинает напоминать низкогорный. Поселок Харп располагается на абсолютных отметках от 70 до 120 м в основном в пределах долины Соби, пересекающей здесь денудационное низкогорье с отметками высот до 300–350 м, где на поверхность выходят магматические и метаморфические породы палеозоя, а четвертичные отложения представлены коллювиально-делювиально-солифлюкционными образованиями пестрого литологического состава (от глыб и щебня до глин с включением обломочного материала). Многолетнемерзлые породы характеризуются сплошным распространением, мощность составляет от 100 до 300 м, температура – от –1 до –5°C [Атлас..., 2004], под долинами рек и ручьев кровля мерзлоты опускается на 15–20 м.

Краткая история хозяйственного освоения

Изучаемый район расположен на широте Северного полярного круга, климат здесь суровый, с холодной и снежной зимой, однако с древнейших времен высокий песчаный берег в устье Полуя был обжитым: первые известные стоянки людей на территории нынешнего центра г. Салехарда относятся к концу IV – началу III тысячелетия до н. э. [Тупахина, Тупахин, 2019], значительная часть археологических памятников принадлежит середине II тысячелетия до н. э. [Зах, 1997]. Поселения древних людей имели нередко характер временных стоянок, однако отмечены и этапы длительного проживания на Ангальском мысу Салехарда в эпоху энеолита. В пределах поселений происходило выравнивание естественного рельефа, мощность культурного слоя достигает 1–1,5 м [Тупахина, Тупахин, 2019]. Археологические находки, относящиеся к I тысячелетию н. э., свидетельствуют о том, что проживавшие здесь племена занимались охотой и рыболовством, обработкой железа, а в целом деятельность челове-

ка не приводила к существенному изменению естественного рельефа территории.

В истории хозяйственного освоения территории во II тысячелетии н. э. можно выделить несколько этапов [Деттер, Константинова, 2016; Колева, 2019]. До 1595 г. основными жителями территории нынешнего Приуральяского района ЯНАО были ненцы и ханты, занимавшиеся пастбищным оленеводством, охотой и рыболовством. Их поселения были невелики по площади, значительная часть населения вела кочевой образ жизни. В 1595 г. казаки Березовского воеводы Никифора Траханиотова срубили острог на мысу у впадения р. Полуя в Обь – Обдорскую крепость (с 1635 г. – Обдорская застава, с 1807 г. – село Обдорск, с 1933 г. – районный поселок Салехард, с 1938 г. – город). Являясь административным и торговым центром, а также форпостом России на СМП, Обдорск контролировал значительную часть Нижнего Приобья. Здесь велась торговля рыбой и пушниной [Деттер, Константинова, 2016], с середины XIX в. на ежегодные ярмарки приезжали купцы из Москвы, Петербурга и Архангельской губернии. На противоположном берегу Оби на месте нынешнего г. Лабытнанги (с 1952 г. – рабочий поселок, с 1975 г. – город) уже во второй половине XIX в. существовало небольшое коми-зырянское поселение выходцев из Архангельской губернии, занимавшихся охотой, рыболовством и торговлей. С приходом советской власти село Обдорск разрасталось, численность населения неуклонно увеличивалась, с 1930-х гг. начал работу Обдорский консервный комбинат (ныне – ООО «Салехардский комбинат») – крупнейшее рыбоперерабатывающее предприятие ЯНАО. В 1935 г. начал работу аэродром г. Салехарда, однако лишь в конце 1990-х гг., благодаря завершению строительства железобетонной взлетно-посадочной полосы, он получил возможность принимать большегрузные самолеты.

Более ста лет (с середины XIX в. до 1950-х гг.) Салехард и его окрестности оставались местом ссылки, значительная часть транспортных магистралей и промышленных объектов строилась силами заключенных. В 1947 г. стартовало строительство железнодорожной Трансполярной магистрали, которая должна была соединить побережье Баренцева моря с Дальним Востоком и Чукоткой. Участок Чум – Лабытнанги оказался одним из первых, который построили и запустили уже в конце 1948 г., и одним из немногих, который уцелел и функционирует до сих пор. На строительстве железной дороги с 1946 по 1952 г. работали около 22 000 заключенных девяти колоний, объединенных в Строительно-производственное отделение №5, базировавшееся на территории Обской (нынешний микрорайон г. Лабытнанги). В 1950 г. для обеспечения стройки

была создана Лабытнангская лесоперевалочная база (функционировала до 1986 г.), которая на три ближайших десятилетия стала основным и единственным градообразующим предприятием. С 1954 г. в г. Лабытнанги существует исправительная колония строгого режима «Белый медведь» (или ИК-8), при которой с середины XX в. работали цеха металлообработки, швейно-сапожный и деревообрабатывающий, с 2003 г. колония выпускает строительные материалы и тротуарную плитку.

С 1960-х гг. возросла роль Салехарда и Лабытнанги как отправных пунктов геологоразведочных работ на Ямале, а с начала XXI в. и широкомасштабного строительства газотранспортной инфраструктуры при освоении крупнейших месторождений [Иванов и др., 2008]. Реализация крупных проектов по освоению недр способствовала росту численности населения Салехардской агломерации, площадь хозяйственного освоения с начала века постепенно увеличивается (лишь с конца 1980-х по начало 2000-х гг. наблюдался некоторый перерыв и снижение скорости освоения).

Строительство автомобильных и железных дорог для обеспечения транспортной доступности месторождений углеводородов Ямала и руд Полярного Урала, а также жилищных и промышленных объектов производилось с использованием местных грунтовых строительных материалов – песчано-гравийных смесей и щебня, как следствие, в окрестностях агломерации возникла серия крупных участков открытых горных разработок, многие из которых функционируют до сих пор. Самые большие участки добычи песчано-гравийного сырья расположены в непосредственной близости от населенных пунктов (Харп, Лабытнанги, Салехард), сырье использовалось при сооружении дорожных насыпей и отсыпки площадок строительства жилых и производственных зданий. В окрестностях пос. Харп в 1969 г. открылся первый карьер для добычи щебня, рядом с которым построили дробильно-сортировочную фабрику, поставлявшую сырье, в том числе, на завод железобетонных изделий, где работали заключенные колонии ИК-8 (завод закрыт в 2002 г.). В настоящее время в окрестностях Харпа функционируют несколько крупных предприятий, занимающихся добычей и сортировкой щебня (в т. ч. на месторождении «Амфиболитовое»).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При выделении временных рубежей разных направлений хозяйственного освоения и изучении технологии трансформации рельефа использованы сведения из опубликованной литературы [Атлас..., 2004; Иванов и др., 2008; Ильясов, 2015; Колева, 2019; Моргун, Абакумов, 2019; Рогачев, 2008],

фондовые материалы и материалы экспозиций ГБУ ЯНАО «Ямало-Ненецкий окружной музейно-выставочный комплекс имени И.С. Шемановского» и Городского краеведческого музея г. Лабытнанги. Выполнено дешифрирование космических снимков высокого разрешения (использованы открытые данные ресурса SAS Planet) и выделены основные ареалы прямой и косвенной трансформации рельефа в окрестностях гг. Лабытнанги и Салехард.

Для получения сведений о строении антропогенного рельефа на территории Нижнего Приобья, а также изменении естественного спектра геоморфологических процессов в результате освоения осенью 2020 г. выполнены полевые геоморфологические исследования, включавшие крупномасштабную геоморфологическую съемку (1:25 000). Полевые исследования проведены на всех участках антропогенной трансформации рельефа: на территории населенных пунктов (гг. Салехард, Лабытнанги (с микрорайоном Обской), п. Харп, с. Аксарка), вдоль существующих транспортных магистралей (автомобильных и железных дорог, трубопроводов), на участках открытой добычи полезных ископаемых и их переработки. В маршрутах фиксировались типы прямой трансформации рельефа (типы и подтипы антропогенных форм), их морфологические параметры (высота, глубина, площадь и др.), состав антропогенных отложений, а также участки развития антропогенно спровоцированных геоморфологических процессов (криогенных, склоновых, флювиальных и др.). Для детального исследования морфологии и оценки объемов отдельных крупных антропогенных форм рельефа выполнена съемка территории с помощью БПЛА вертолетного типа DJI Phantom 3 Advanced на семи ключевых участках: месторождении «Амфиболитовое» близ п. Харп, карьерах по добыче песчано-гравийной смеси в районе п. Харп, г. Лабытнанги, с. Аксарка, а также на участке мостового перехода автомобильной дороги Салехард–Надым через р. Нядаяха. Съемка БПЛА выполнялась с высоты от 50 до 120 м. Ручное управление осуществлялось при помощи пульта управления с подключенным устройством, оснащенным модулем Wi-Fi и установленным приложением DJI Go. Беспилотная авиационная система DJI Phantom 3 Advanced включает в себя интегрированную навигационную систему, приемник спутниковой навигационной системы (GPS), накопитель полетной информации (карта памяти формата MicroSD), цифровую фото-видеокамеру GoPro Panasonic модели FC300C (угол обзора – 94°) с системой стабилизации изображения. Обработка результатов съемки выполнена с использованием программного обеспечения Agisoft Metashape (версия 1.7). Для получения морфометрических па-

раметров наиболее крупных форм антропогенного рельефа, недоступных для полевого обследования в связи с ведущимися горнодобычными работами, использована цифровая модель рельефа Arctic DEM [Arctic DEM Explorer, 2020] с разрешением 2 м.

На камеральном этапе исследований составлены крупномасштабные геоморфологические карты участков обследования, содержащие информацию о естественном и антропогенном рельефе территории, а также районах развития антропогенно спровоцированных геоморфологических процессов (минимальный размер учтенных составил 30×30 м). Расчет площади и объемов антропогенного рельефа (в т. ч. отдельных его подтипов) выполнен с использованием инструментов программного комплекса ArcMAP.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Геоморфологические позиции изученных населенных пунктов Приуральского района ЯНАО в целом похожи: большая часть освоенных территорий располагается в пределах долин крупных рек – Оби, Полуя и Соби. На позднелейстоценовых надпойменных террасах (I и II НПТ), сложенных песчаными и супесчаными отложениями, располагаются центральные части населенных пунктов, и лишь отдельные новые микрорайоны и промышленные объекты спускаются на более низкие или поднимаются на более высокие гипсометрические уровни рельефа. Первоочередному освоению песчаных террас способствовали выровненный характер их поверхности, легкий состав поверхностных грунтов и, нередко, заглубленное положение кровли многолетней мерзлоты (до 10–15 м), что облегчало строительство и снижало риски эксплуатации хозяйственных объектов.

Основными видами природопользования в Нижнем Приобье в настоящее время являются фоновое, очаговое и крупноочаговое [Красовская, Евсеев, 2008]. К первому виду относятся традиционное (оленоводство, охота, рыболовство и сбор дикоросов – развиты более чем на 80% территории Приуральского района [Ильясов, 2015]) и сельскохозяйственное природопользование (развито ограниченно, в основном в черте городов). Фоновое природопользование не приводит на изучаемой территории к значительным прямым трансформациям рельефа (антропогенный рельеф не образуется), но является причиной косвенных: на участках с нарушенным почвенно-растительным покровом наблюдается активизация термокарста, заболачивания, линейной эрозии. К участкам распространения очагового природопользования можно отнести п. Харп (характерные типы природопользования: промыш-

ленное, транспортное, селитебное) и с. Аксарка (селитебное и рыбопромысловое). Города Салехард и Лабитнанги являются ядром крупного очага природопользования, в пределах которого интенсивность антропогенного воздействия на ландшафты велика и экологическое состояние территории оценивается как кризисное [Красовская, Евсеев, 2010]. Спектр типов природопользования довольно широк: промышленное, транспортное, селитебное, а также, в меньшей степени, сельскохозяйственное и рыбопромысловое [Ильясов, 2015].

На основе результатов геоморфологической съемки выделены основные типы антропогенных трансформаций рельефа и виды антропогенных форм на изучаемой территории (см. рис. 1), подсчитаны площади их распространения и объемы (табл. 1). Результатом прямой трансформации рельефа является создание антропогенных форм, косвенная трансформация выражается в изменении условий развития рельефа и, как следствие, спектра характерных геоморфологических процессов [Еременко и др., 2021].

Антропогенная трансформация рельефа в п. Харп и его окрестностях

Поселок Харп (численность постоянного населения – 5850 чел. на 01.01.2020 [Численность..., 2020]) расположен на левобережье р. Соби в створе устья р. Енгаю (рис. 2), в пределах I и II позднелейстоценовых НПТ, слабо наклоненных к руслу р. Соби, и частично захватывает площадку долинного зандра сартанского возраста. Выровненный характер рельефа НПТ, грубообломочный состав слагающих их отложений (а значит – высокий коэффициент фильтрации) и близость кровли скальных пород определили основной спектр характерных прямых и косвенных антропогенных трансформаций рельефа. На большей части территории поселка при строительстве производилось выравнивание поверхностей без масштабных отсыпок (около 47% (189 га) от площади всей зоны антропогенной трансформации рельефа, табл. 2).

Насыпи распространены ограниченно (в основном под промышленными зонами, в настоящее время разрушенными), сложены щебнем (высота – до 2 м). Южную часть поселка занимает территория заброшенного завода ЖБК, представляющая собой загроможденную строительным мусором и обломками железобетонных конструкций площадку. Мощность техногенных грунтов достигает здесь 1–1,5 м. В окрестностях завода – скопление неглубоких выемок, образованных в результате добычи песчано-гравийной смеси для нужд завода и городского строительства. В пределах селитебной зоны есть и участки косвенной трансформации рельефа:

Характеристика антропогенного рельефа и ареалов косвенной трансформации естественного рельефа в пределах Салехарда, Лабитнанги, Харпа, Аксарки и их ближайших окрестностей

Виды форм рельефа		Основные морфометрические параметры	Занимаемая площадь, км ² (га)	Общий объем форм рельефа, тыс. м ³
<i>Антропогенные формы рельефа</i>				
Насыпи площадные	Песчаные и песчано-гравийные	Высота до 2 м, крутизна склонов 10–25°	6,94 (694)	6 340
		Высота 2–5 м, крутизна склонов 20–30°	0,84 (84)	2 960
		Высота 5–10 м, крутизна склонов 20–30°	0,09 (9)	680
	Сложенные щебнем (в т. ч. отвальные поля карьеров)	Высота до 2 м, крутизна склонов 20–35°	0,33 (33)	410
		Высота 2–5 м, крутизна склонов 30–35°	1,66 (166)	5 820
		Высота 5–15 м, крутизна склонов 30–40°	0,23 (23)	1 740
		Высота 15–25 м, крутизна склонов 30–40°	0,11 (11)	1 760
	Сложенные строительным мусором	Высота до 2 м, прерывистые, включают остовы железобетонных конструкций	0,74 (74)	370
Сложенные опилками	Высота до 2 м, крутизна склонов 10–15°	0,36 (36)	360	
Сложенные ТБО	Высота до 6 м, крутизна склонов 10–30°	0,51 (51)	1 530	
Насыпи дорожные	Песчаные и песчано-гравийные	Высота до 2 м, крутизна склонов 10–25°, общая длина – 194,7 км	1,94 (194)	2 070
		Высота 2–4 м, крутизна склонов 15–30°, общая длина – 54,9 км	1,37 (137)	3 050
		Высота 4–12 м, крутизна склонов 20–30°, общая длина – 3,2 км	0,13 (13)	520
	Сложенные щебнем	Высота 2–4 м, крутизна склонов 20–35°	1,19 (119)	2 840
ИТОГО: площадь и объем положительных форм антропогенного рельефа			<i>16,44 (1 644)</i>	<i>30 450</i>
Карьеры	Песчано-гравийные	Глубина до 2 м, крутизна склонов 10–25° (встречаются в виде ареалов хаотично разбросанных выемок, в основном заброшенные)	1,72 (172)	3 440
		Глубина 2–5 м, крутизна склонов 25–45° (нередко – до 80–90°)	0,86 (86)	3 430
		Глубина 5–15 м, крутизна склонов 25–45° (нередко – до 80–90°)	0,64 (64)	8 290
	В скальных породах (участки добычи щебня)	Глубина 5–15 м, крутизна склонов 60–90° (склоны ступенчатые)	0,19 (19)	2 790
		Глубина 15–25 м, крутизна склонов 60–90° (склоны ступенчатые)	0,29 (29)	7 350
Дренажные канавы (крупные)	В рыхлых грунтах	Глубина 2–3 м, ширина по бровкам – до 12 м, крутизна склонов – до 20–25°, общая длина – 7,2 км	0,09 (9)	130
ИТОГО: площадь и объем отрицательных форм антропогенного рельефа			<i>3,79 (379)</i>	<i>25 430</i>
<i>Участки выравнивания и, реже, террасирования рельефа при строительстве (без отсыпки грунта)</i>				
Пологие склоны и субгоризонтальные поверхности, созданные путем нивелировки микронеровностей рельефа, реже, склоны, искусственно террасированные перемещением грунта		Относительная высота искусственных террас – до 2 м, ширина – до 50 м	22,4 (2 241)	Глубина воздействия при выравнивании поверхности оценивается в 0,5–1 м, при искусственном террасировании до 2 м (на склонах долин)

Виды форм рельефа		Основные морфометрические параметры	Занимаемая площадь, км ² (га)	Общий объем форм рельефа, тыс. м ³
Участки косвенной антропогенной трансформации рельефа				
Сельскохозяйственные угодья (огороды, пашни)	Используемые	Субгоризонтальные поверхности надпойменных террас, преимущественно прямоугольные в плане до 600 м по длинной оси	0,32 (32)	–
	Неиспользуемые	Субгоризонтальные поверхности надпойменных террас и междуречий, до 1 км по длинной оси	1,16 (116)	–
Участки развития антропогенно стимулированного заболачивания, затопления и термокарста	В пределах населенных пунктов и вдоль насыпей дорог	Субгоризонтальные поверхности и пологие склоны вблизи площадных и дорожных насыпей	2,21 (221)	–

в тыловой части I НПТ зафиксирован обширный участок затопления и заболачивания, образовавшийся в результате подпруживания поверхностного стока насыпями автомобильных дорог (см. рис. 1).

К востоку от поселка Харп в пределах поверхностей выравнивания, сложенных метаморфическими породами палеозоя (амфиболиты, кристаллические сланцы), расположены крупные карьеры по добыче щебня и дробильно-сортировочные фабрики, соединенные автомобильными дорогами на щебнистых насыпях высотой до 4 м. Карьеры (до 600 м по длинной оси, глубина – до 25 м, крутизна склонов до 90°), окружены отвалами из глыб и щебня высотой до 25 м (материал, подготовленный для транспортировки на дробильно-сортировочную фабрику), крутизна склонов – до 40°. Высота терриконов на участках дробления и сортировки достигает 15 м, их крутизна – 30–35°. Площади, занимаемые насыпями, составляют 178 га. Общие объемы отрицательных антропогенных форм, созданных в ходе добычи щебня, оцениваются в 10,1 млн м³ (см. табл. 1), занимаемая площадь – около 111 га.

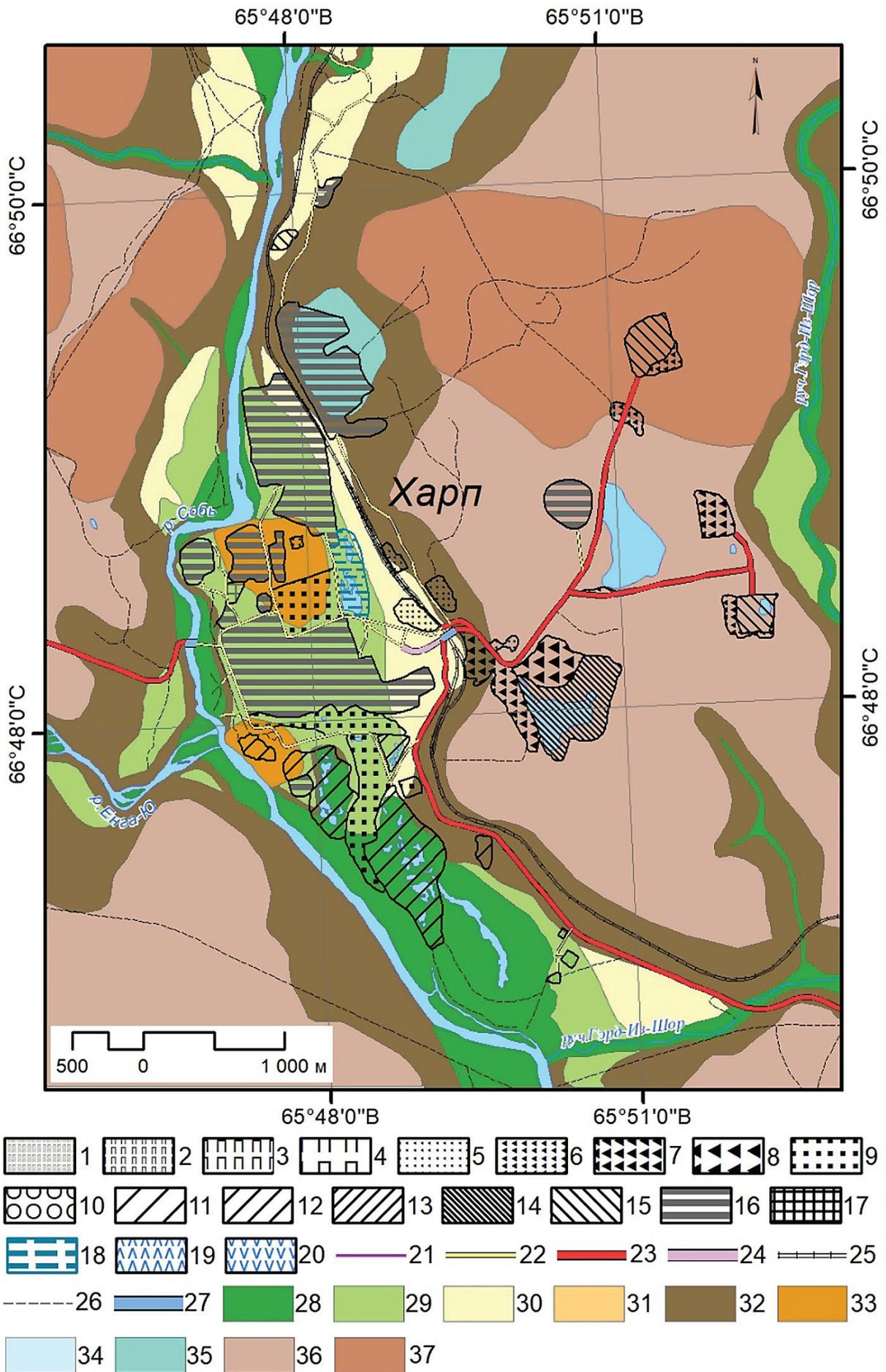
Результаты выполненного обследования и расчетов показывают, что при селитебном освоении и добыче песчано-гравийного сырья наибольшей трансформации подвергся естественный рельеф поймы и I НПТ р. Соби, в результате добычи щебня – рельеф междуречной поверхности. Абсолютно преобладают участки прямой антропогенной трансформации рельефа (более 90% от всей площади зоны освоения), где естественный рельеф частично или полностью изменен в результате земляных работ. Косвенное влияние хозяйствования на рельеф связано, преимущественно, с транспортным осво-

ением: как и на прочих изученных участках вдоль насыпей автомобильных дорог в результате подпруживания стока и увеличения альбедо поверхности из-за запыленности в зимне-весенний период активизируются термокарст и термоэрозия. Существенно изменены естественные условия развития рельефа вдоль трассы магистрального газопровода (к востоку от автодороги Лабытнанги – Харп), где получили широкое развитие процессы термокарста и криогенного пучения.

Антропогенная трансформация рельефа в г. Лабытнанги

Исторический центр Лабытнанги (деревня коми в конце XIX в.) располагался на поверхности I НПТ р. Оби, современная зона жилой застройки (численность постоянного населения – 26295 чел. на 01.01.2020, [Численность..., 2020]) занимает обширную поверхность II НПТ, а северо-западная часть города поднимается на уровень III–IV аллювиально-морских террас позднеплейстоценового возраста (рис. 3). Промышленные предприятия Лабытнанги (и ныне заброшенные) расположены, в том числе, на поверхности поймы Оби, ширина которой достигает здесь 4,5 км.

Рельеф расчленен небольшими долинами, впадающими в протоку Выл-Посл, 55% городской территории расположено в пределах эрозионных склонов (крутизна до 15–20°). Песчаный и супесчаный состав аллювиальных отложений, значительная густота эрозионного расчленения и сниженное положение кровли многолетнемерзлых грунтов (до 5–10 м) предопределили отсутствие необходимости в сооружении обширных насыпей при строи-



тельстве жилых и промышленных объектов. Около 62% (около 680 га) от всей площади антропогенной трансформации приходится на участки выравнивания рельефа и террасирования (см. табл. 2). Лишь в районе тылового шва II НПТ, где отмечается периодическое подтопление и сток затруднен, при строительстве производилась отсыпка песчано-гравийной смеси, которая добывалась в карьерах в юго-западной части города. Также на отсыпках в начале XX в. построены некоторые промышленные объекты газотранспортной инфраструктуры, емкости для хранения ГСМ, вертолетная площадка. Необходимо отметить, что далеко не всегда искусственное выравнивание рельефа в Лабытнанги и Салехарде приводит к снижению интенсивности неблагоприятных геоморфологических процессов. В частности, на участках пожарищ мощность культурного слоя и его внутренняя литологическая неоднородность существенно возрастают, что приводит к активизации процессов суффозии, заболачивания и пр. Наиболее обширные щебнистые насыпи возведены на пойме

Оби (порт Лабытнанги), а также на левом берегу протоки Выл-Посл (под объектами инфраструктуры железной дороги, судоремонтными цехами, рыбопромысловыми предприятиями, складами), высота их достигает 3–5 м. Общая площадь всех насыпей в городе (включая дорожные) составляет около 499 га. В тыловой части поймы, на правом берегу пр. Выл-Посл на месте Лабытнангской лесоперевалочной базы осталась насыпь из опилок и отходов деревообработки высотой до 2 м (36 га). Отрицательные формы антропогенного рельефа представлены песчано-гравийными карьерами (в настоящее время в основном заброшенными) глубиной до 15 м (34 га), реже – выемками глубиной до 2 м (их сооружение при прокладке дорог возможно благодаря сниженному положению кровли многолетней мерзлоты на значительной части городской территории). Насыпи на территории города занимают примерно в 14 раз большую площадь в сравнении с выемками, что во многом предопределено геоморфологической позицией промышленных объектов на пойме.

Рис. 2. Геоморфологическое строение и антропогенная трансформация рельефа п. Харп и его окрестностей.

Условные обозначения к рис. 2–6:

I. Антропогенный рельеф. *Отвалы и насыпи, сложенные песчано-гравийным материалом:* 1 – фрагментарные мощностью до 2 м (под отдельные здания), сплошные мощностью: 2 – до 2 м, 3 – 2–5 м, 4 – 5–10 м. *Отвалы и насыпи, сложенные щебнем, сплошные мощностью:* 5 – до 2 м, 6 – 2–5 м, 7 – 5–15 м, 8 – 15–25 м. *Насыпи из техногенных образований:* 9 – из обломков железобетонных конструкций, сплошные мощностью до 2 м, 10 – из опилок и других продуктов деревообработки. *Карьеры песчано-гравийные* глубиной: 11 – до 2 м (скопления хаотически разбросанных по поверхности выемок), 12 – 2–5 м, 13 – 5–10 м. *Карьеры по добыче щебня* глубиной: 14 – 15–25 м, 15 – 5–15 м. *Прочие участки площадной трансформации:* 16 – участки выравнивания рельефа без отсыпки (в т. ч. кладбища), 17 – свалки ТБО, 18 – зоны развития антропогенно спровоцированного затопления, заболачивания и термокарста; *сельскохозяйственные угодья:* 19 – заброшенные, 20 – используемые. *Линейные антропогенные формы:* 21 – крупные дренажные каналы. *Дорожные насыпи:* автомобильных дорог высотой: 22 – до 2 м, 23 – 2–4 м, 24 – более 4 м; 25 – железных дорог высотой 2–4 м, 26 – лесные дороги, дорожные колеи в тундре, 27 – мосты.

II. Естественный рельеф. *Флювиальный и водно-ледниковый:* 28 – поверхность поймы (3–8 м над урезом) и днища малых эрозионных форм, 29 – поверхность первой надпойменной террасы (8–25 м над урезом), 30 – поверхность второй надпойменной террасы (13–40 м над урезом), 31 – уровни третьей и четвертой аллювиально-морских террас (40–70 м над урезом), 32 – эрозионные склоны долин и малых эрозионных форм, 33 – эрозионно-денудационные останцы в днищах долин, 34 – поверхности озерно-ледниковой аккумуляции, 35 – фрагменты долинных зандров. *Созданный комплексной денудацией* (возвышенные равнины и низкогорья): 36 – пологоволнистые вершинные поверхности, 37 – холмисто-увалистые вершинные поверхности

Fig. 2. Relief and its anthropogenic transformation in Kharp and its neighborhood.

Legend for fig. 2–6:

I. Anthropogenic relief. *Dumps and embankments, composed of sand and gravel material:* 1 – fragmentary up to 2 m thick (for separate buildings), 2 – solid up to 2 m thick, 3 – solid 2–5 m thick, 4 – solid 5–10 m thick; and embankments, folded with crushed stone: 5 – solid up to 2 m thick, 6 – solid 2–5 m thick, 7 – solid 5–15 m thick, 8 – solid 15–25 m thick. *Embankments from manmade formations:* 9 – from debris solid reinforced concrete structures with a thickness of up to 2 m, 10 – from sawdust and other woodworking products. *Sand and gravel pits:* 11 – up to 2 m deep (accumulations of excavations randomly scattered over the surface), 12 – 2–5 m deep, 13 – 5–10 m deep. *Crushed stone quarries:* 14 – 15–25 m deep, 15 – 5–15 m deep. Other areas of areal transformation: 16 – areas of relief leveling (including cemeteries), 17 – solid waste dumps, 18 – zones of development of anthropogenically induced flooding, groundwater rise and thermokarst, 19 – agricultural land (abandoned), 20 – agricultural land (used). *Linear anthropogenic forms:* 21 – large drainage ditches. *Road embankments:* 22 – highways up to 2 m high, 23 – highways 2–4 m high, 24 – highways over 4 m high, 25 – railways 2–4 m high, 26 – forest roads, road tracks in the tundra, 27 – bridges.

II. Natural relief. *Fluvial and water-glacial relief:* 28 – the surface of the floodplain (3–8 m above the edge) and the bottom of small erosional forms, 29 – the surface of the first above-floodplain terrace (8–25 m above the edge), 30 – the surface of the second above-floodplain terrace (13–40 m above the shoreline), 31 – levels of the third and fourth alluvial-marine terraces (40–70 m above the shoreline), 32 – erosional slopes of valleys and small erosional forms, 33 – erosion-denudation remnants in the bottoms of valleys, 34 – the surface of lacustrine-glacial accumulation, 35 – fragments of water-glacial valleys. *The relief created by complex denudation* (high plains and low mountains): 36 – gently undulating interflues, 37 – hilly-ridged interflues

Геоморфологическая позиция антропогенного рельефа в обследованных населенных пунктах

Формы и элементы рельефа, затронутые антропогенной трансформацией	Площадь антропогенных форм в населенных пунктах, га				
	п. Харп	Обской (микрорайон г. Лабытнанги)	г. Лабытнанги (без микрорайона Обской)	г. Салехард	с. Аксарка
Насыпи (площадные)					
Поймы рек	0,1	0,7	169,0	41,6	4,0
I НПТ	34,2		12,8	56,9	
II НПТ	6,1		82,6	155,6	42,0
III–IV НПТ (аллювиально-морские)			42,4	158,2	33,0
Эрозионные склоны	23,8	0,5	67,8	19,5	3,9
Долинные зандры, озерно-ледниковые котловины	–	156,6			
Поверхности выравнивания на междуречьях	38,1				
Общая площадь	103,2	157,8	374,6	431,9	82,9
Карьеры и мелкие выемки					
Поймы рек	45,6	–	–	0,4	–
I НПТ	6,2		–	–	
II НПТ	2,5		21,3	79,3	15,0
III–IV НПТ (аллювиально-морские)			5,7	7,4	8,1
Эрозионные склоны	10,5	–	7,2	114,4	0,3
Долинные зандры, озерно-ледниковые котловины	–	–			
Поверхности выравнивания на междуречьях	46,3				
Общая площадь	111,1	0,0	34,2	201,5	23,4
Участки выравнивания рельефа, в т. ч. искусственно террасированные склоны					
Поймы рек	–	1,2	17,4	152,7	0,3
I НПТ	108,3		63,2	359,4	
II НПТ	18,1		244,7	447,3	38,5
III–IV НПТ (аллювиально-морские)			127,3	155,9	7,1
Эрозионные склоны	27,2	6,4	227,2	79,0	9,7
Долинные зандры, озерно-ледниковые котловины	26,1	114,8			
Поверхности выравнивания на междуречьях	9,3				
Общая площадь	189,0	122,4	679,8	1 194,3	55,6

Площадь зоны трансформации естественного рельефа в результате хозяйственного освоения							
	Поймы рек	I НПТ	II НПТ	III–IV НПТ	Эрозионные склоны	Водно-ледниковый рельеф	Поверхности выравнивания
Общая площадь всех участков прямой трансформации в пределах формы или элемента рельефа, га	433,0	640,9	1 153,1	545,1	597,5	297,5	84,4
% от общей площади антропогенного рельефа	11,5	17,1	30,8	14,6	15,9	7,9	2,2

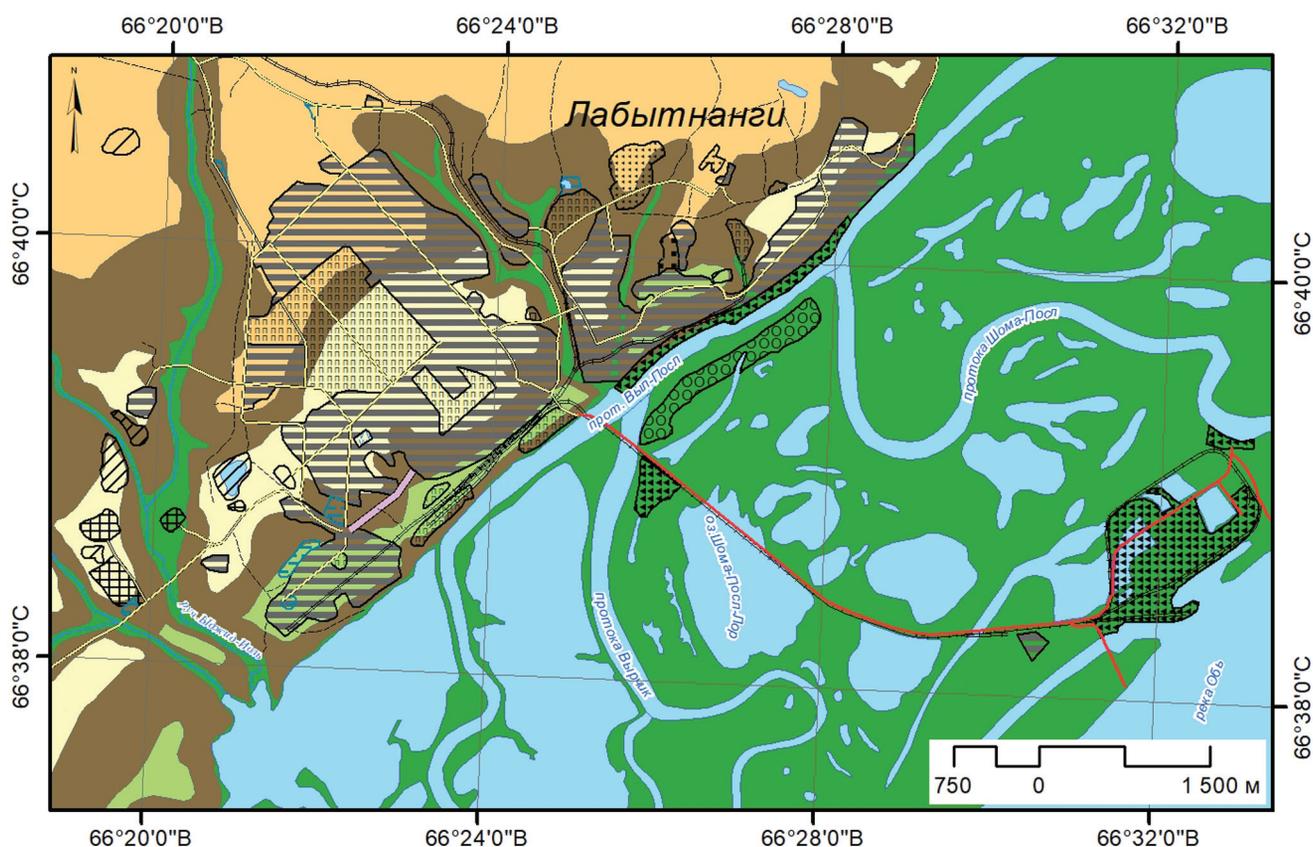


Рис. 3. Геоморфологическое строение и антропогенная трансформация рельефа в г. Лабитнанги. Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 3. Relief and its anthropogenic transformation in Labytnangi. For legend see fig. 2

В результате хозяйственной деятельности наиболее измененным оказался естественный рельеф поверхности II НПТ и эрозионных склонов в пределах города (суммарно здесь расположено около 60% всех антропогенных форм, см. табл. 2), в меньшей степени – поймы (около 17%).

В административные границы Лабитнанги входит микрорайон Обской, расположенный в 6 км к северо-западу от города (см. рис. 1), в пределах поверхности озерно-ледниковой аккумуляции позднелейстоценового возраста, прорезаемой долиной р. Вындяда. Жилые кварталы поселка занимают приподнятые участки междуречья Ханмея и Вындяды, разделяющие их понижения заняты небольшими термокарстовыми озерами (рис. 4). Антропогенный рельеф представлен песчано-гравийными насыпями (дорожными и под производственными объектами, в том числе инфраструктурой крупной ж/д станции «Обская») высотой до 5 м (56% площади, 305 га). Жилые кварталы, в основном, возведены на искусственно выровненной поверхности (122 га). Плоский характер поверхности озерно-ледниковой аккумуляции, высокая льдистость суглинистых отложений и отсутствие дренажных

сооружений предопределили широкое развитие естественного и антропогенно стимулированного термокарста (39 га – наибольшие площади среди всех обследованных населенных пунктов).

Антропогенная трансформация рельефа в г. Салехарде

Жилые кварталы и большая часть промышленных объектов административного центра ЯНАО (численность постоянного населения города – 50 976 чел. на 01.01.2020 [Численность..., 2020]) располагаются в пределах I и II НПТ р. Оби (возраст – позднелейстоценовый, сложены песками и супесями, абсолютные высоты 20–30 м) в районе ее слияния с р. Полуй (рис. 5). Северная часть города, где располагаются участки сельскохозяйственных угодий (ныне заброшенные), добычи песчано-гравийного сырья (заброшенные), аэропорт и отдельные небольшие производственные объекты, занимает возвышенную часть междуречья (Ангальский мыс) с абсолютными отметками высот 80–100 м (III и IV аллювиально-морские террасы, возраст – позднелейстоценовый, сложены песками, супесями, реже – суглинками). На территории города

естественный рельеф выровнен в ходе строительства, и его перегибы сильно сглажены. Более 90% жилых кварталов возведены на искусственно выровненной поверхности террас без масштабных отсыпок, участки террасирования рельефа отмечены фрагментарно (на эрозионном склоне долины Полуя). Общая площадь участков выравнивания составляет 1194 га (см. табл. 2). Промышленные объекты и дороги расположены на песчано-гравийных и щебнистых насыпях высотой до 5 м (в основном до 2 м) (404 и 174 га соответственно). Связано это, в том числе, с положением производ-

ственных зон: они удалены от бровок террас более чем на 1 км. На этих участках затруднен дренаж, и кровля многолетней мерзлоты поднимается близко к поверхности. Насыпи полигонов складирования ТБО расположены к юго-востоку от города и в районе аэропорта (высота 4–6 м, общая площадь – 15 га). Отрицательные формы антропогенного рельефа представлены карьерами по добыче ПГС (глубина до 15 м, частично заброшены) и дренажными каналами глубиной до 3 м (216 га). Немногочисленные выемки иного назначения приурочены к участкам «таликов».

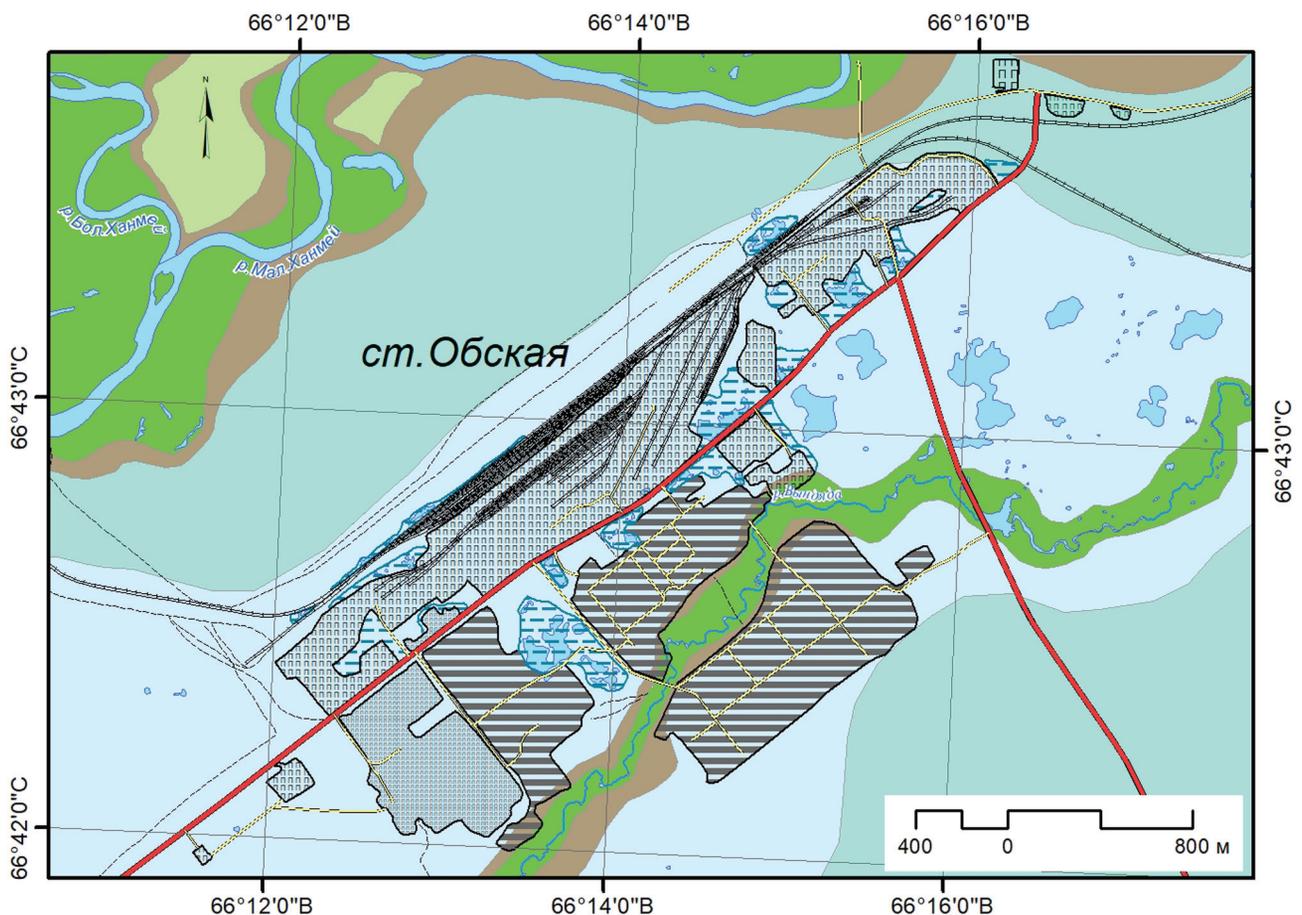


Рис. 4. Геоморфологическое строение и антропогенная трансформация рельефа в микрорайоне Обской г. Лабитнанги. Условные обозначения см. рис. 2

Fig. 4. Relief and its anthropogenic transformation in the Obsky microdistrict of Labytnangi. For legend see fig. 2

Косвенная трансформация рельефа проявляется локально по периферии насыпей, вдоль трубопроводов и на пахотных угодьях. В частности, в Салехарде берет начало региональная автомобильная дорога Салехард – Надым (сооружена на насыпи высотой до 4 м), в притрассовой полосе которой зафиксированы локальные проявления термокарста и заболачивания. В самом городе участки ан-

тропогенно спровоцированного проявления этих неблагоприятных процессов сравнительно редки и сосредоточены в зоне промышленного освоения (25 га). Некогда обширные пахотные угодья (с 1907 по 2007 г. в Салехарде работала опытная станция института Полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства [Моргун, Абакумов, 2019]) сегодня по большей части заброшены (около

120 га). Обрабатываемые поля сохранились лишь к юго-востоку от города на хорошо дренированной супесчаной поверхности поймы и I НПТ, их общая площадь составляет около 30 га (возделываются с 1933 г. [Моргун, Абакумов, 2019]). В весеннее время здесь развивается дефляция и бороздовая эрозия.

Салехард – наибольший по площади и численности населения из всех рассматриваемых на-

селенных пунктов, на его долю приходится 38% площади всех выявленных положительных антропогенных форм, 54% – отрицательных и 53% участков выравнивания рельефа при освоении. Широкое распространение выемок – следствие активной добычи ПГС в прошлом при масштабном жилищном, транспортном и промышленном строительстве.

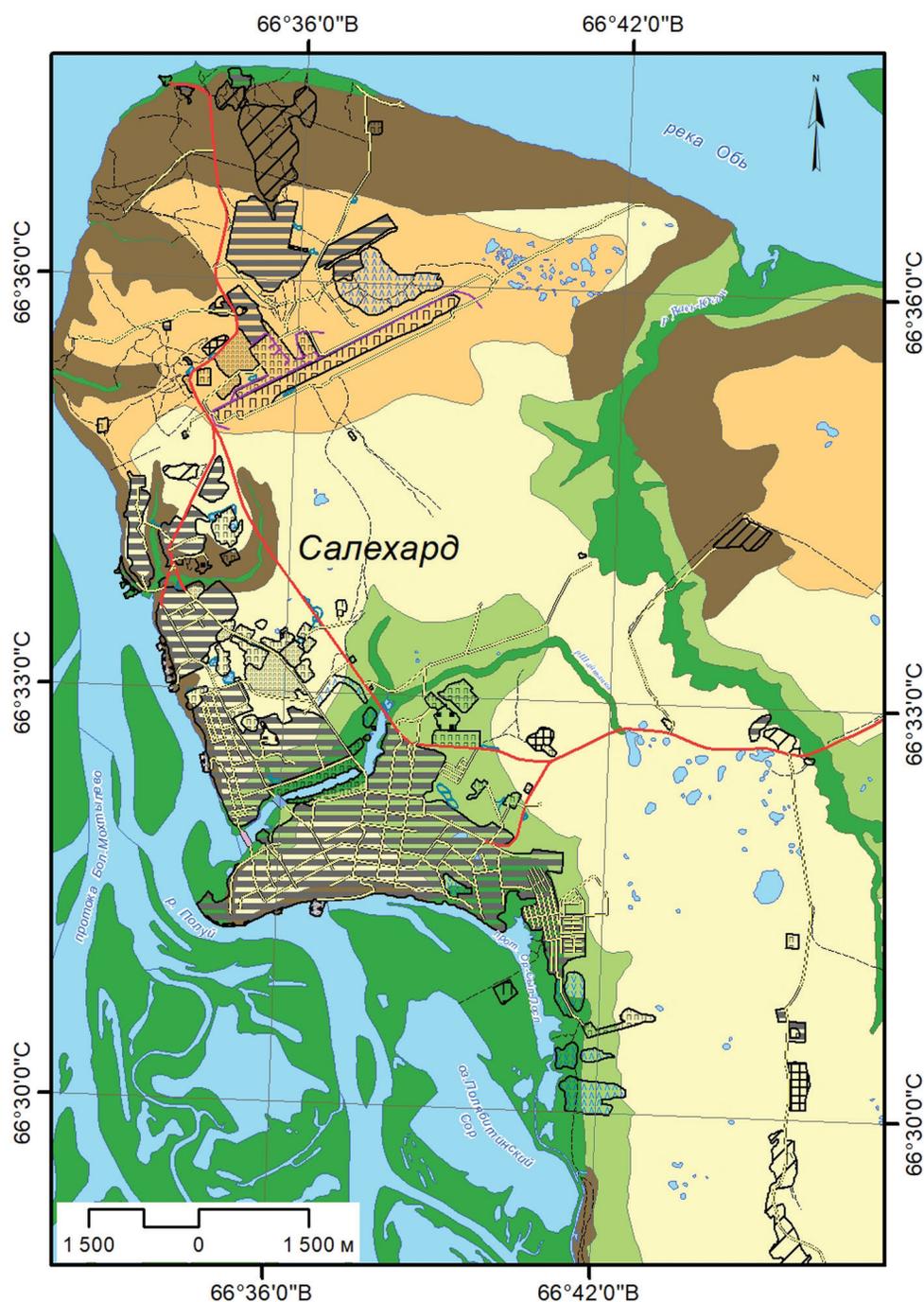


Рис. 5. Геоморфологическое строение и антропогенная трансформация рельефа в г. Салехарде. Условные обозначения см. рис. 2

Fig. 5. Relief and its anthropogenic transformation in Salekhard. For legend see fig. 2

Антропогенная трансформация рельефа в с. Аксарка

Село Аксарка расположено на высоком правом берегу Оби в 60 км к востоку от Салехарда (численность постоянного населения – 4 929 чел. на 01.01.2020 [Численность..., 2020]). История хозяйственного освоения насчитывает более 100 лет (в 1900 г. здесь был открыт филиал консервного завода). Основные типы природопользования – рыбопромысловое, сельскохозяйственное (в прошлом – земледелие, в настоящее время – стойловое животноводство) и

селитебное. Село располагается на поверхности II НПТ Оби и лишь его периферийные части (в основном – участки ИЖС) поднимаются на поверхности III–IV аллювиально-морской террасы (междуречье Оби и р. Первый Лог) (рис. 6). Рельеф расчленен небольшими по длине, но глубокими долинами ручьев – правых притоков Оби, что обеспечивает в целом хорошую дренированность поверхности. Многолетнемерзлые грунты имеют сплошное распространение, их кровля несколько снижается вблизи бровки долины Оби и в долинах ручьев.

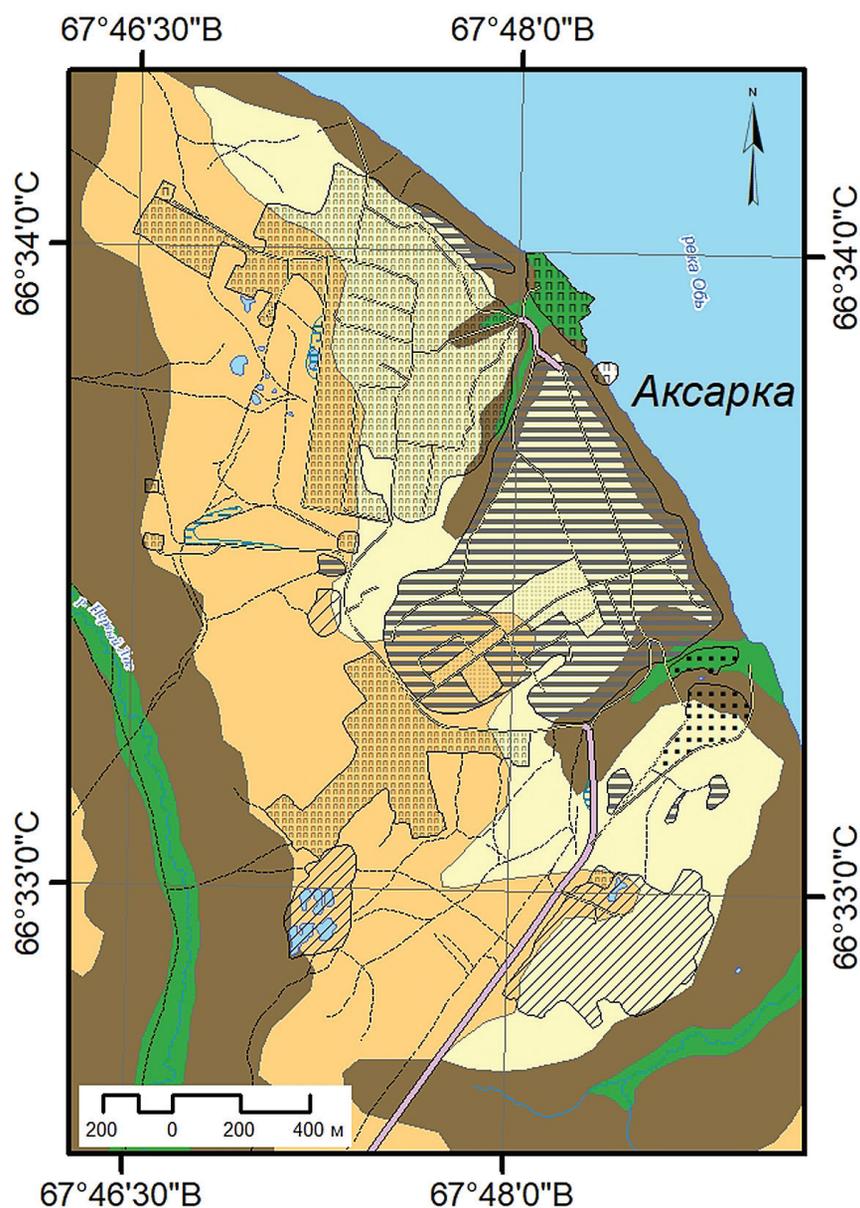


Рис. 6. Геоморфологическое строение и антропогенная трансформация рельефа в с. Аксарка. Условные обозначения см. рис. 2

Fig. 6. Relief and its anthropogenic transformation in Aksarka. For legend see fig. 2

Антропогенный рельеф села представлен песчано-гравийными насыпями автодорог и площадными насыпями под жилой застройкой (общая площадь – 83 га, см. табл. 2) высотой до 2 м, реже – до 5 м (в районе порта). Они сооружались на плоских и слабодренированных поверхностях террас лишь там, где развиваются процессы термокарста и заболачивания (тыловые части террас и уровень между речий, где в составе отложений присутствуют прослойки и линзы супесей и суглинков). В центральной части села рельеф изменен выравниванием и террасированием. Отрицательные антропогенные формы представлены крупными (до 10 м глубиной) песчаными карьерами к югу от села (в основном заброшены, 23 га). Геоморфологическая позиция и литологический состав поверхностных грунтов во многом предопределили характер антропогенной трансформации рельефа: на хорошо дренированных участках локальных водоразделов, сложенных песчаным аллювием, необходимости в сооружении насыпей не было, и площадки строительства лишь выравнивались (56 га). Косвенная трансформация рельефа развита ограниченно (заболачивание и термокарст зафиксированы лишь вблизи крупных насыпей, общая площадь таких участков – около 4 га).

Результаты выполненных работ показывают, что на территории Нижнего Приобья прямая трансформация рельефа при освоении существенно преобладает над косвенной (площадь подверженных ей участков составляет 42,6 км² и 3,7 км² соответственно). При этом к участкам косвенной трансформации были отнесены, безусловно, не все участки тундры и лесотундры, где «оставила свой след» в микро-рельефе деятельность человека (их минимальный учитываемый размер составил 30×30 м, таким образом, отдельные мелкие несанкционированные свалки, пожарища и остовы зданий не учитывались, как и колеи от проезда большегрузной вездеходной техники). Среди положительных антропогенных форм распространены площадные (в т. ч. отвалы карьеров, свалки ТБО и опилок) и дорожные песчано-гравийные и щебнистые насыпи, общей площадью 16,4 км² и объемом около 30 млн м³. Отрицательные формы антропогенного рельефа представлены карьерами и выемками, дренажными канавами (общая площадь 3,8 км², объем около 25 млн м³). Высота (глубина) антропогенных форм определяется их функциональным назначением (наиболее крупные формы образованы в районах горнодобычи), а крутизна склонов – составом слагающих отложений (для песчано-гравийных отложений – до 25–30°, для щебня и глыб – до 40°). Велика площадь участков искусственного выравнивания рельефа без отсыпок – до 22,4 км². Исключительно косвенная трансформация рельефа характерна для сельскохо-

зяйственных угодий (в т. ч. огородов), где отмечается активизация процессов линейной (бороздовой) эрозии и дефляции (локально, в пределах не более 1,5 км², см. табл. 1). Кроме того, в результате подпруживания поверхностного стока насыпями развиваются процессы подтопления, затопления, заболачивания и термокарст (общая площадь таких участков в черте населенных пунктов – около 0,9 км², вдоль связывающих их трасс трубопроводов, автомобильных и железных дорог – около 1,3 км²).

Для сравнения, в пределах Воркутинского промышленного района (ВПр) (его площадь вдвое больше, чем изучаемый участок Нижнего Приобья) площади, подверженные прямой и косвенной трансформации, составляют 79 и 65 км² соответственно, а площади выравнивания рельефа при строительстве – менее 1 км² [Еременко и др., 2021]. Установлены две причины таких существенных различий. Нижнее Приобье – это, прежде всего, крупный транспортный узел и административный центр, промышленное производство (за исключением рыбопромысловой отрасли и производства щебня) удовлетворяет, в основном, местные нужды. ВПр – крупный центр горнодобычи (шахтным способом), в ходе которой на поверхность извлекается большой объем «пустой» породы, складированной в огромных по площади отвалах (площадь отвалов на участках горнодобычи достигает 15 км² [Еременко и др., 2021], в то время как в Нижнем Приобье – менее 0,5 км²). Кроме того, сравниваемые зоны освоения расположены в разных геолого-геоморфологических и геокриологических условиях. В частности, ВПр расположен в пределах ледниково-аккумулятивной равнины, где широко распространены суглинистые грунты, и многолетняя мерзлота имеет сплошной характер. Строительство капитальных сооружений в таких условиях возможно исключительно на насыпях, вблизи которых возникают обширные очаги активизации термокарста и заболачивания. Зоны хозяйственного освоения Нижнего Приобья занимают, в основном, уровни песчаных надпойменных террас крупных рек, хорошо дренированные поверхности, где кровля мерзлоты нередко опускается ниже 10 м. Как следствие, необходимость в отсыпках грунта при жилищном строительстве возникает далеко не всегда.

Выполненный сравнительный анализ и оценка масштабов антропогенной трансформации показывают, что площади и объемы создаваемых форм рельефа находятся в прямой зависимости от типа природопользования и исходного рельефа территории. Наибольшими масштабами прямого воздействия отличаются участки горнопромышленного освоения, причем чем выше там косвенное воздействие

на рельеф, тем ниже эрозионная расчлененность и шире развита многолетняя мерзлота. Селитебное и транспортное освоение уступают по масштабам как прямого, так и косвенного воздействия на рельеф. При этом наименьшие трансформации характерны для населенных пунктов, расположенных в долинах крупных рек, наибольшие – для населенных пунктов на междуречьях.

ВЫВОДЫ

Общая площадь территории Нижнего Приобья, рельеф которой был изменен вследствие хозяйственного освоения, составляет 46,3 км². Участки прямой трансформации рельефа (создание антропогенных форм, выравнивание поверхности и террасирование) занимают в 10 раз большую площадь в сравнении с ареалами косвенной трансформации (участки развития спровоцированных освоением неблагоприятных и опасных геоморфологических процессов вне ареалов развития антропогенных форм с минимальным размером 30×30 м).

Антропогенный рельеф представлен положительными (дорожные и площадные насыпи, отвалы горнодобычи, терриконы, насыпи из продуктов деревообработки, ТБО и строительного мусора) и отрицательными формами (карьеры по добыче песчано-гравийной смеси и щебня, дренажные канавы). Их площадь составляет 16,44 и 3,79 км², а объем – 30,5 и 25,4 млн м³ соответственно. В ходе освоения на значительной части площади (22,4 км²) выполнялось выравнивание микрорельефа и искусственное террасирование склонов.

Косвенная трансформация рельефа при освоении имеет ограниченное распространение (3,7 км²) как в пределах населенных пунктов, так и в их ближайших окрестностях и отмечена лишь на пахотных угодьях (активизация дефляции, делювиального смыва и бороздовой эрозии) и вблизи насыпей (локально).

Наибольшей трансформации в результате хозяйственного освоения Нижнего Приобья под-

вергся естественный рельеф долинного комплекса Оби, Полуя и Соби: 59% от площади ареала прямой трансформации приходится на поймы, I и II надпойменные террасы. При этом освоение пойменных уровней (как и междуречных поверхностей) сопровождается сооружением крупных положительных форм (насыпей), в то время как при строительстве на речных террасах производится, чаще всего, выравнивание рельефа без масштабной отсыпки грунта.

Результаты количественного анализа и сравнения подтверждают, что масштаб антропогенного воздействия (в том числе создаваемых форм антропогенного рельефа) определяется двумя основными факторами – типом природопользования и природными условиями (в частности, геолого-геоморфологическими и геокриологическими). При этом значимость второго фактора на территории Арктической зоны РФ существенно возрастает в сравнении с другими территориями, что обуславливает необходимость комплексной оценки природных условий на перспективных участках освоения с целью снижения затрат и минимизации неблагоприятных и опасных последствий природопользования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены Еременко Е.А., Фузеиной Ю.Н. и Бредихиным А.В. за счет средств проекта РФФИ № 18-05-60200, обработка фондовых и архивных материалов выполнена Деркач А.А. в рамках темы госзадания «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования». Авторы выражают благодарность сотрудницам Городского краеведческого музея г. Лабытнанги Сафроновой И.И. и ГБУ «Ямало-Ненецкий окружной музейно-выставочный комплекс имени И.С. Шемановского» Поленовой Г.А. за предоставленные материалы и содействие в выполнении работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа / гл. ред. С.И. Ларин. Омск: Омская картографическая фабрика, 2004. 303 с.
- Бредихин А.В., Еременко Е.А., Харченко С.В., Беляев Ю.Р., Романенко Ф.А., Болысов С.И., Фузеина Ю.Н. Районирование Российской Арктики по типам антропогенного освоения и сопутствующей трансформации рельефа на основе кластерного анализа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 1. С. 42–56.
- Деттер Г.Ф., Константинова Т.С. Ямал – прошлое, настоящее, будущее // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2016. №3(92). С. 125–131.
- Еременко Е.А., Фузеина Ю.Н., Ворошилов Е.В., Власов М.В., Бредихин А.В. Антропогенная трансформация рельефа Воркутинского промышленного района // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2021. № 1. С. 3–15.
- Замятина Н.Ю., Гончаров Р.В. Арктическая урбанизация: феномен и сравнительный анализ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 4. С. 69–82.
- Зах В.А. Многослойное поселение Паром 1 у Салехарда // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 1997. № 1. С. 24–34.

- Иванов А.В., Марченко А.Н., Мулявин С.Ф. Характеристика ресурсной базы Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), история и перспективы развития // Нефтепромысловое дело. 2008. № 12. С. 58–61.
- Ильясов Р.М. Ландшафтно-исторический анализ природопользования Ямало-Ненецкого автономного округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2015. № 3(88). С. 93–102.
- Колева Г.Ю. Основные этапы освоения арктических зон северо-западной части Западной Сибири // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2019. № 4(109). С. 4–11.
- Красовская Т.М., Евсеев А.В. Горячие точки Российской Арктики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2010. № 5. С. 48–52.
- Красовская Т.М., Евсеев А.В. Природопользование Севера России // Теоретическая и прикладная экология. 2008. № 1. С. 90–96.
- Моргун Е.Н., Абакумов Е.В. Исследования в области сельского хозяйства и урожайность сельскохозяйственных культур в ЯНАО: ретроспективный анализ (1932–2019 гг.) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2019. № 3(104). С. 4–9.
- Рогачев С.В. Харп: на Полярном Урале формируется новая сырьевая база черной металлургии // География. Первое сентября. 2008. № 14. С. 33–38.
- Тупахина О.С., Тупахин Д.С. Культурная принадлежность и хронология многослойного поселения Салехард-4 в Нижнем Приобье // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. №4(29). С. 131–138. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14203.
- Эколого-геоморфологический анализ Арктической зоны Российской Федерации / под ред. Э.А. Лихачевой, А.В. Кошкарева. М.: Медиа-ПРЕСС, 2020. 120 с.
- Электронные ресурсы
Arctic DEM Explorer. URL: <https://livingatlas2.arcgis.com/arcticdemexplorer/> (дата обращения 02.06.2020).
- Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям : информационно-аналитические материалы. Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения 20.06.2020).

Поступила в редакцию 02.04.2021

После доработки 05.06.2021

Принята к публикации 27.07.2021

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE RELIEF OF THE LARGE SETTLEMENTS IN THE LOWER OB REGION

E.A. Eremenko¹, Y.N. Fuzeina², M.V. Vlasov³, E.V. Voroshilov⁴, A.A. Derkach⁵, A.V. Bredikhin⁶

^{1, 2, 4, 5, 6} Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Palaeogeography
³ FRECOM Ltd

¹ Assistant professor, PhD in Geography; e-mail: eremenkoeaig@gmail.com

² Assistant professor, PhD in Geography; e-mail: donaldw@bk.ru

³ Leading specialist, PhD in Geography, e-mail: vlasov-maxim@mail.ru

⁴ Graduate student; e-mail: voroshilov@yahoo.com

⁵ Lecturer, PhD in Geography; e-mail: derkach1977@yandex.ru

⁶ Head of Department, Doctor of Science in Geography; e-mail: avbredikhin@yandex.ru

To assess the scale of anthropogenic transformation of the relief during the economic development of the territory of the Lower Ob region, comprehensive geomorphological studies were carried out in Salekhard and Labytnangi (large-scale geomorphological survey, aerial photography, interpretation of satellite images and analysis of a digital elevation model). It was found that on the territory of the Lower Ob region, the direct transformation of the relief significantly predominates over the indirect one (the area of the affected space is 42,6 km² and 3,7 km², respectively). Among positive anthropogenic forms, areal (quarry dumps, solid waste and sawdust dumps) and road embankments (total area – 16,4 km², volume - about 30 million m³) are widespread. Negative forms are represented by quarries and excavations, drainage ditches (3,8 km² and approx. 25 million m³). The morphological parameters of anthropogenic forms have been determined and their dependence on the functional purpose has been shown. The area of artificial leveling and terracing of the surface was up to 22,4 km², of indirect transformation of the relief (areas of activation of thermokarst, linear erosion, deluvial washout) – 3,7 km². The relief of the valley complex of the Ob, Poluy and Sob has undergone the greatest transformation as a result of the land-use in the Lower Ob region: 59% of the area of the direct transformation area falls on floodplains and river terraces. At the same time, the development of floodplain levels (as well as interfluvial surfaces) is accompanied by the construction of large positive forms (embankments), while during construction on river terraces, relief is most often leveled without large-scale dumping of soil. It is shown that the scale of anthropogenic impact is determined by two main factors – the type of land-use and natural conditions. The importance of the second factor on the territory of the Arctic zone of the Russian Federation significantly increases in comparison with other territories.

Keywords: Kharp, Labytnangi, Salekhard, Aksarka, anthropogenic relief, Arctic land-use, human impact

Acknowledgements. The studies carried out by E.A. Eremenko, Yu.N. Fuzeina. and Bredikhin A.V. were funded by RFBR, project number 18-05-60200, the processing of stock and archival materials was carried out by A.A. Derkach within the framework of the theme of the state assignment «Cenozoic evolution of the environment, the dynamics of the relief, geomorphological hazards and risks of land-use». Authors express their gratitude to Safronova I.I. (Municipal Local History Museum of Labytnangi) and Polenova G.A. (The Shemanovsky Museum-Exhibition Complex) for the provided materials and assistance in research.

REFERENCES

- Atlas Jamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga* [Atlas of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug] (Ed. S.I. Larin), Omsk, Omskaja kartograficheskaja fabrika, 2004, 303 p. (In Russian)
- Bredikhin A.V., Eremenko E.A., Kharchenko S.V., Belyaev Ju.R., Romanenko F.A., Bolysov S.I., Fuzeina Yu.N. Racionirovanie rossijskoj Arktiki po tipam antropogennogo osvoenija i soputstvujushhej transformacii rel'efa na osnove klaster'nogo analiza [Regionalization of the Russian Arctic according to the types of anthropogenic development and associated relief transformation by applying the cluster analysis], *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2020, no. 1, p. 42–56. (In Russian)
- Detter G.F., Konstantinova T.S. Jamal – proshloe, nastojashhee, budushhee [Yamal – past, present, future], *Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug*, 2016, no. 3(92), p. 125–131.
- Ecologo-geomorphological analysis of the Arctic zone of the Russian Federation*, Likhacheva E.A., Koshkarev A.V. (Ed.), Moscow, Media-PRESS Publ., 2020, 120 p. (In Russian)
- Eremenko E.A., Fuzeina Yu.N., Voroshilov E.V., Vlasov M.V., Bredikhin A.V. Antropogennaya transformatsiya rel'efa Vorkutinskogo promyshlennogo raiona [Anthropogenic transformation of relief in Vorkuta industrial region], *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2021, no. 1, p. 3–15. (In Russian)
- Il'jasov R.M. Landshaftno-istoricheskij analiz prirodopol'zovaniya Jamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga [Landscape-historical analysis of the nature management of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug], *Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug*, 2015, no. 3(88), p. 93–102. (In Russian)
- Ivanov A.V., Marchenko A.N., Muljavin S.F. Charakteristika resursnoj bazy Jamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga (JaNAO), istorija i perspektivy razvitiya [Characteristics of the resource base of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, history and development prospects], *Neftepromyslovoe delo*, 2008, no. 12, p. 58–61. (In Russian)
- Koleva G.Ju. Osnovnye jetapy osvoenija arkticheskikh zon severo-zapadnoj chasti Zapadnoj Sibiri [The main stages of the development of the Arctic zones of the north-western part of Western Siberia], *Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug*, 2019, no. 4(109), p. 4–11. (In Russian)
- Krasovskaja T.M., Evseev A.V. Gorjachie tochki Rossijskoj Arktiki [Hot spots of the Russian Arctic], *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2010, no. 5, p. 48–52. (In Russian)
- Krasovskaja T.M., Evseev A.V. Prirodopol'zovanie Severa Rossii [Nature management of the North of Russia], *Theoretical and Applied Ecology*, 2008, no. 1, p. 90–96. (In Russian)
- Morgun E.N., Abakumov E.V. Issledovanija v oblasti sel'skogo hozjajstva i urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur v JaNAO: retrospektivnyj analiz (1932–2019 gg.) [Research in the field of agriculture and crop yields in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug: a retrospective analysis (1932–2019)], *Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug*, 2019, no. 3(104), p. 4–9. (In Russian)
- Rogachev S.V. Harp: na Poljarnom Urale formiruetsja novaja syr'evaja baza chernoj metallurgii [Kharp: a new raw material base of ferrous metallurgy is being formed in the Polar Urals], *Geografija. Pervoe sentjabrja*, 2008, no. 14, p. 33–38. (In Russian)
- Tupahina O.S., Tupahin D.S. Kul'turnaja prinadlezhnost' i hronologija mnogoslojnogo poselenija Salehard-4 v Nizhnem Priob'e [Cultural affiliation and chronology of the multilayer settlement Salekhard-4 in the Lower Ob region], *Samara Journal of Science*, 2019, vol. 8, no. 4(29), p. 131–138. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14203. (In Russian)
- Zah V.A. Mnogoslojnoe poselenie Parom 1 u Saleharda [Multilayer settlement Parom 1 near Salekhard], *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii*, 1997, no. 1, p. 24–34. (In Russian)
- Zamyatina N.Yu., Goncharov R.V. Arkticheskaja urbanizacija: fenomen i sravnitel'nyj analiz [Arctic urbanization: a phenomenon and a comparative analysis], *Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr.*, 2020, no. 4, p. 69–82. (In Russian)
- Web sources*
 Arctic DEM Explorer, URL: <https://livingatlas2.arcgis.com/arcticdemexplorer/> (access date 02.06.2020).
 Chislennost' naseleniya Rossijskoj Federatsii po munitsipal'nym obrazovaniyam : informatsionno-analiticheskie materialy. Rosstat. [The population of the Russian Federation by municipalities: information and analytical materials. Rosstat] (In Russian), URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (access date 20.06.2020).

Received 02.04.2021

Revised 05.06.2021

Accepted 27.07.2021