

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

На правах рукописи

ПАВЛОВА КСЕНИЯ СЕРГЕЕВНА

**ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ
НЕОРГАНИЗОВАННОГО МАССОВОГО ОТДЫХА НА
ТЕРРИТОРИИ КАТУНСКОГО РЕКРЕАЦИОННОГО
РАЙОНА (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)**

Специальность 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата
географических наук

Научный руководитель
кандидат геолого-минералогических наук
Ю.В. Робертус

Барнаул-2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	4
Глава 1 Состояние изученности проблемы рекреационного природопользования	9
1.1 Рекреационное природопользование. Термины и определения	9
1.2 Факторы и последствия воздействия рекреации на окружающую природную среду	16
1.3 Принципы оценки состояния окружающей природной среды и регламентации нагрузок на рекреационных территориях	22
Глава 2 Природные условия и рекреационные ресурсы Республики Алтай и Катунского рекреационного района	30
2.1 Природно-климатические условия	30
2.2 Рекреационные ресурсы	38
2.3 Характеристика туристской отрасли	42
2.4 Геоэкологические проблемы туристской отрасли и их изученность	48
2.5 Особенности неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района	51
Глава 3 Объекты и методы исследования	56
3.1 Объекты изучения	56
3.2 Методика и объемы работ	59
Глава 4 Геоэкологические последствия неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района	72
4.1 Рекреационные нагрузки на участках неорганизованного массового отдыха	73
4.2 Изменения природных ландшафтов	79
4.3 Состояние почв на участках неорганизованного массового отдыха	86
4.3.1 Физические свойства почв и их изменения	89
4.3.2 Особенности химического состава почв	99

4.4 Состояние древесных видов на участках неорганизованного массового отдыха	104
4.4.1 Биофизические и морфо-анатомические показатели древесных видов	105
4.4.2 Химический состав золы листьев березы повислой	110
4.5 Связи показателей состояния почв и древесных видов на участках неорганизованного массового отдыха	111
4.6 Загрязнение компонентов окружающей природной среды на участках неорганизованного массового отдыха	116
Глава 5 Рекомендации по минимизации геоэкологических последствий неор- ганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе ...	120
5.1 Методические подходы, предлагаемые для оценки геоэкологического состояния рекреационных территорий	120
5.2 Обоснование допустимых рекреационных нагрузок и изменений природных ландшафтов	128
5.3 Рекомендации по реабилитации деградированных участков неорганизованного массового отдыха и его регламентации	132
Заключение	138
Список литературы.....	140

Введение

Актуальность исследования. Развитие массовых видов отдыха и туризма в настоящее время является одним из основных приоритетов социально-экономического развития Республики Алтай (РА). Их локализация в горно-долинных ландшафтах, обладающих невысокой рекреационной емкостью, в сочетании с нерациональной организацией и нередко запредельными рекреационными нагрузками является основным фактором ускоренной деградации природных комплексов региона, особенно в пределах водоохранных зон рек Катунь, Бия, Сема, озер Телецкое, Манжерокское, Каракольские [64, 77].

Наиболее неблагоприятная экологическая обстановка складывается в интенсивно используемой для целей рекреации водоохранной зоне р. Катунь в ее нижнем течении (Майминский и Чемальский районы РА), выделяемой исследователями в качестве Катунского рекреационного района [109], где в последние годы отдыхает до 1 миллиона человек за сезон, из них 15-25 % неорганизованных рекреантов.

Несмотря на то, что проблеме рекреационной дигрессии окружающей природной среды посвящено немало работ отечественных [18, 37, 40, 107, 120] и зарубежных [127-164] исследователей, в большинстве из них недостаточно разработан такой основополагающий аспект этой проблемы как методические подходы к оценке геоэкологического состояния интенсивно используемых рекреационных территорий. В частности, неполно раскрыт большой спектр сопряженных изменений свойств и состава почвенного и растительного покрова под воздействием рекреации, а также подходы к диагностике стадий рекреационной дигрессии почв и растительного покрова.

Актуальность геоэкологического изучения этих вопросов не вызывает сомнения, поскольку ранее на территории республики работы по этой тематике не проводились. Настоящее исследование, выполненное с методическими подходами, используемыми в рекреационной географии, геоэкологии и экологии, является первой в регионе работой по этой проблеме.

Цель работы. Изучение основных геоэкологических последствий многолетнего неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района и разработка рекомендаций по его регламентации. Для ее достижения решались следующие задачи:

1) Проанализировать методологические и методические подходы к оценке геоэкологического состояния рекреационных территорий. Выявить особенности неорганизованного массового отдыха на территории изученного района.

2) Определить фактические рекреационные нагрузки и стадии дигрессии почвенно-растительного покрова на участках неорганизованного массового отдыха Катунского рекреационного района.

3) Изучить характеристики и связи показателей геоэкологического состояния почв и сопряженных древесных видов на репрезентативных участках неорганизованного массового отдыха и контрольных площадках Катунского рекреационного района.

4) Уточнить методические подходы к оценке геоэкологического состояния почвенно-растительного покрова участков неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района, разработать рекомендации по регламентации их использования и реабилитации.

Объектом исследования явились горно-долинные ландшафты Катунского рекреационного района Республики Алтай, а **предметом изучения** – геоэкологическое состояние участков неорганизованного массового отдыха на его территории.

Теоретическую и методическую основу исследования составляют научные разработки в области рекреационной географии, геоэкологии и экологии, изложенные в трудах Н.С. Казанской и др. (1977), И.В. Тарана и др. (1977), В.П. Чижовой (1977, 2011), Cole, David N. (1989, 2013), D.J. Parsons, S.A. MacLeod (1989) и других исследователей.

В процессе подготовке работы применялись сравнительно-географический, картографический, биогеохимический и статистический методы исследования.

Фактический материал и методы исследования. В основу диссертационной работы положены материалы полученные автором в 2006-2014 гг. при изучении экологической обстановки на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе Республики Алтай.

В этот период в 86 прикопах было взято 277 проб почв, а на 79 деревьях – 235 образцов хвои и листьев, для которых в аккредитованных лабораториях Новосибирска, Томска и Горно-Алтайска проведено соответственно 1041 и 439 определений и анализов физических свойств, химического состава, биофизических и морфометрических показателей. Кроме того, для почв и древостоя выполнено соответственно 1009 и 595 экспресс-определений их свойств и состава. При подготовке работы были использованы публикации по теме исследования.

Научная новизна работы. Впервые установлены рекреационные нагрузки и стадии дигрессии почвенно-растительного покрова на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе. Впервые на основе представительного комплекса изученных показателей оценено экологическое состояние почв и доминирующих древесных видов на этих участках. Установлены основные тенденции поведения и сопряженный характер пространственно-временных негативных изменений свойств и состава почв и показателей состояния древесных видов на участках массовой рекреации. Предложены новые методические подходы к оценке экологического состояния (стадий дигрессии, допустимых изменений) почвенно-растительного покрова на участках неорганизованного массового отдыха и разработаны номограммы для его количественной оценки.

Практическая значимость работы. Фактические данные, полученные в результате проведенного исследования, позволили: 1) достоверно оценить экологическое состояние почвенно-растительного покрова на 10 детально изученных участках неорганизованного массового отдыха и в целом на территории Катунского рекреационного района; 2) обосновать нормативы допустимых рекреационных нагрузок и предельно допустимых изменений природных ландшафтов для условий Катунского рекреационного района; 3) рекомендовать для

использования в практике работы природоохранных органов критерии определения стадий рекреационной дигрессии почв и категорий состояния древесных эдификаторов, в том числе в экспресс-варианте; 4) создать фактологическую основу для организации и ведения мониторинга состояния природных сред в Катунском рекреационном районе; 5) разработать комплекс текущих и долгосрочных действий для Министерства туризма и предпринимательства Республики Алтай по оптимизации экологически приемлемого рекреационного природопользования на территории Катунского рекреационного района.

Достоверность защищаемых положений обеспечена большим объемом и комплексным характером полученного и использованного в работе фактического материала, а также глубиной его проработки.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертации отражены в 27 публикациях в периодических научных изданиях и в материалах международных и региональных научно-практических конференций, в том числе в 3 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК России.

Результаты работ по теме исследования докладывались на конференциях различного уровня, в том числе на конференциях молодых ученых ИВЭП СО РАН (Барнаул, 2012, 2013), на международной школе-семинаре "Геохимия живого вещества" (Томск, 2013), II Всероссийской научно-практической конференции "Рекреационная география и инновации в туризме" (Иркутск, 2014), V Всероссийской научно-практической конференции "Экология и природопользование: прикладные аспекты" (Уфа, 2015).

Основные защищаемые положения:

1. Неорганизованный массовый отдых на территории Катунского рекреационного района способствует тому, что среднегодовая рекреационная нагрузка составляет 2,5 чел./га, а средняя стадия рекреационной дигрессии напочвенного покрова равна 2,4. Для лесных горно-долинных ландшафтов района предлагается предельно допустимая среднегодовая нагрузка равная 3,8 чел./га.

2. Интенсивность рекреационного воздействия на участки неорганизованного массового отдыха подтверждается сопряженными между собой нега-

тивными трендами показателей геоэкологического состояния почв и древесных видов, тесно связанных со стадиями их рекреационной дигрессии.

3. Комплекс предложенных индикаторов позволяет оценить стадии рекреационной дигрессии почв и категории жизненного состояния древесных видов на участках неорганизованного массового отдыха, а также установить их предельно допустимые изменения на территории Катунского рекреационного района.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 157 страниц состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы из 164 наименований. Работа содержит 65 таблиц и 73 рисунка.

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю, ведущему научному сотруднику ИВЭП СО РАН, к.г.-м.н. Ю.В. Робертусу за постановку задач исследования и постоянную консультативную помощь. Автор благодарит за конструктивное сотрудничество и ценные советы сотрудников ИВЭП СО РАН, д.с.-х.н. О.А. Ельчининову, к.г.н. С.Н. Балыкина, к.с.-х.н. Д.Н. Балыкина. Особая благодарность коллективу Алтайского регионального института экологии за всестороннюю помощь при проведении исследования.

Глава 1 Состояние изученности проблемы рекреационного природопользования

В настоящее время проблема деградации природных ландшафтов и отдельных природных объектов, используемых при рекреации, становится весьма актуальной. Все возрастающая туристская активность населения приводит к увеличению площади и интенсивности разноплановых нарушений компонентов окружающей среды и обуславливает необходимость регламентации природопользования в туристской отрасли, которая должна базироваться на данных изучения и мониторинга экологического состояния рекреационных территорий.

Существующие политико-экономические предпосылки к росту спроса на внутреннем туристском рынке России стимулируют развитие туристской инфраструктуры в ряде рекреационно-ориентированных регионов страны, в частности, в Республике Алтай. В настоящее время для региона характерна низкая обеспеченность туристской инфраструктурой, что способствует широкому проявлению неорганизованного отдыха – наиболее "агрессивного" вида рекреации, характеризующегося высоким уровнем негативного воздействия на окружающую среду [10, 37, 93, 113, 130, 132].

В свете вышеизложенного, одной из основных научно-прикладных задач рационализации рекреационного природопользования как фактора антропогенного воздействия на окружающую природную среду является выработка методических подходов для его ориентации на экологически безопасные формы.

1.1 Рекреационное природопользование. Термины и определения

Понятие о рекреационном природопользовании, как форме использования человеком природных, социальных и историко-культурных ресурсов и условий возникло в рамках советской рекреационной географии.

Первые тематические исследования в этом научном направлении появились в 1970-х годах, когда были сформулированы основные методические подходы и понятийно-терминологический аппарат рекреационной географии [65, 81]. Однако, изменившаяся в начале 1990-х годов социально-политическая сре-

да и позднее рост рекреационной активности населения, особенно в части выездного туризма, привели к активному внедрению западной системы туристского менеджмента и сопутствующей ему терминологии [100].

Как следствие, в современной научной литературе, посвященной туристской или рекреационной тематике, встречаются различные подходы к трактовке и разграничению таких терминов как "отдых", "рекреация" и "туризм".

В советской рекреационной географии термин "туризм" (от франц. "tour" – путешествие, прогулка, поездка [15]) рассматривался лишь как вид рекреации или рекреационной деятельности, связанный непосредственно с перемещением отдыхающих или их спортивным, активным отдыхом (альпинизм, категорийные пешие и конные походы и пр.) [70, 100, 102].

В свою очередь, рекреацию можно определить как сложно взаимосвязанную систему видов деятельности, предпринимаемых во время отдыха. Соответственно, отдых еще более общая категория, объединяющая любую человеческую деятельность или бездеятельность, не направленную на удовлетворение насущных нужд, например, сон, еда и пр. [65].

Необходимо также отметить, что по определению рекреацией могут быть названы лишь те виды отдыха, которые осуществляются вне постоянного места жительства, т.е. всегда имеет место факт перемещения и, следовательно, слияние с понятием туризма.

Это обстоятельство сегодня является основной причиной их синонимичного употребления и расширения понятия туризма – от собственно поездки до ее совокупности с деятельностью в месте назначения. В целом подобное преобразование туризма в категорию равнозначную рекреации представляется возможным, но сужение понятия рекреации до вида туризма, также встречающееся в современных публикациях [3, 15 и др.], является в корне неверным и противоречит самой этимологии слова "рекреация" [70, 100].

В частности, встречается три варианта происхождения этого термина. Наиболее распространено латинское слово – "recreato", введенное в медицинскую терминологию еще римлянами и дословно переводимое как "отдых от

службы и учения, праздники, каникулы, оздоровление, восстановление и вылечение" [70]. Возможным также считают происхождение от польского "rekreacja" – отдых [102] и французского "recreation", означающего развлечения, отдых, перемену действий и пространство, связанное с этими действиями [65].

Таким образом, появление словосочетания "рекреационный туризм", все чаще фигурирующего в публикациях современных исследователей, связано с узкой интерпретацией слова "рекреация" – оздоровление или вылечение.

Возможной причиной, по мнению А.М. Сазыкина [100], также является неверное понимание англоязычного – "Recreation and Tourism", которое точнее переводится как "отдых и туризм". Это подтверждает проведенный сравнительный анализ отечественных и зарубежных подходов к интерпретации терминов "рекреация" и "туризм" (табл. 1).

Таблица 1 – Примеры подходов к определению терминов "рекреация" и "туризм" в отечественной и зарубежной литературе

Отечественные авторы	Зарубежные авторы
Рекреация / rec(k)reation:	
<ul style="list-style-type: none"> – совокупность явлений и отношений, возникающих в процессе использования свободного времени для оздоровительной, познавательной, спортивной и культурно-развлекательной деятельности людей на специализированных территориях, находящихся вне населенного пункта, т.е. места их постоянного жительства [65]; – восстановление здоровья человека и возможностей его работоспособности путем отдыха вне жилища, на лоне природы или во время туристических поездок [92]. 	<ul style="list-style-type: none"> – восстановление растроченных в процессе труда сил и работоспособности [Deutsch Wikipedia]; – особый вид использования досуга; деятельность, предпринятая во время досуга, которая может включать путешествие и туризм [154]; – разнообразие действий, предпринятых во время досуга, например, просмотр телевизора и проведение отпуска за границей [131]; – деятельность людей на природе или в зеленых зонах, являющаяся, главным образом, частью будних и выходных дней [128].
Туризм / tourism:	
<ul style="list-style-type: none"> – совокупность отношений и явлений, возникающих в процессе путешествия и пребывания людей вне своего постоянного места жительства, если пребывание не превращается в продолжительное проживание или во временное занятие ради заработка [65]; – временные выезды (путешествия) граждан с постоянного места жительства в оздоровительных, рекреационных, познавательных, деловых, спортивных, религиозных и иных целях без занятия деятельностью, связанной с получением дохода от источников в стране (месте) временного пребывания [115]; – все виды движения населения, связанные с различными целями, но не связанные с переменой места жительства и работы [102]. 	<ul style="list-style-type: none"> – путешествие для отдыха, досуга, семейных или деловых целей, как правило, с ограниченным сроком (не более 1 года) [162]; – система, включающая контролируемое путешествие и временное пребывание людей за пределами обычной среды обитания в течение одной или более ночей, за исключением туров с целью получения доходов [148]; – временные краткосрочные движения людей в пункты назначения вне их обычной среды и деятельности [154]; – процессы, деятельность и ее последствия, возникающие в ходе взаимодействия туристов и туроператоров, а также окружающей среды и принимающей стороны, участвующей в привлечении и размещении посетителей [145].

Зарубежное "recreation" в нашем понимании идентично отдыху, так как не имеет пространственных ограничений. Иными словами рекреацией считаются все виды отдыха, включая просмотр телевизора, чтение, пикники на заднем дворе дома и прочее [131, 158].

Исходя из вышесказанного и опираясь на терминологию, сложившуюся в рамках рекреационной географии, наиболее приемлемым следует считать подход, основанный на понимании рекреации как системы, включающей все многообразие видов отдыха, осуществляемых "вне жилища – на лоне природы или во время туристических поездок" [92]. Необходимо также отметить, что в случае таких производных терминов как "отдыхающий", "рекреант" и "турист", границы между понятиями становятся еще менее значимыми и можно говорить о практически полной их идентичности.

Связи и взаимозаменяемость терминов "отдых", "рекреация" и "туризм" прослеживаются и в классификациях их видов (рис. 1). Например, длительная рекреация с ночлегом в месте отдыха чаще всего связана с продолжительными поездками, а значит, по своей сути является туризмом [65]. В то же время кратковременная рекреация (без ночлега в месте пребывания) близка к категории внутреннего туризма, особенно на его локальном уровне.



Рисунок 1 – Схема связи понятий отдыха, рекреации и туризма

Последнее обусловлено тем, что многие виды массового отдыха, рекреации или туризма (пляжный, пикниковый, экскурсионный, лыжный и др.) ориентированы преимущественно на природные или социокультурные объекты, расположенные в пределах 1-2-часовой доступности.

Иногда кратковременную рекреацию из-за возможности ее реализации в будние дни называют повседневным массовым отдыхом, а резко возрастающую

в выходные и праздничные дни рекреационную активность населения – "отдыхом выходного дня" [16, 37, 47, 48, 93]. При этом последний довольно часто включает и длительные виды рекреации, в частности, бивуачный отдых. Под ним понимается длительный (в течение 2-3-х дней и более) отдых в природных условиях с обязательным элементом – разбивкой временного палаточного лагеря или бивуака. В американской научной литературе этот вид отдыха называется кемпингом [136].

При массовых видах отдыха, как правило, используются лесопокрываемые территории – городские леса и лесопарки; леса зелёных зон лечебно-оздоровительных учреждений; полосы леса по обеим сторонам туристских и прогулочных маршрутов; полосы, примыкающие к пляжам, стоянкам туристов и рыбаков в водоохранных лесах; полосы вокруг автостоянок в защитных лесах вдоль автомобильных дорог; специально отведённые участки леса в ООПТ и др. [51].

Рекреационным лесопользованием (лесной рекреацией), исходя из выше сказанного, можно назвать совокупность явлений и процессов, возникающих при использовании лесных биогеоценозов для туризма и отдыха [11, 113]. При этом лес, как природный комплекс, со всеми его компонентами и специфическими условиями выступает в качестве рекреационного ресурса [8, 69].

Как и в случае других видов природных ресурсов, нерегулируемая эксплуатация рекреационных ресурсов приводит к их деградации, называемой также рекреационной дигрессией [20]. Процесс изменения природных комплексов при рекреации обусловлен многими факторами (рис. 2), однако основным из них является вытаптывание (уплотнение) почв.

Этот вид механического воздействия со стороны людей, животных или автомобилей способствует деградации почвенно-растительного покрова [153]. В частности, вытаптывание приводит к исчезновению лесных видов растений, истиранию лесной подстилки, к изменениям большого комплекса физических и биологических свойств почв, а также показателей их химического состава (рис. 2).

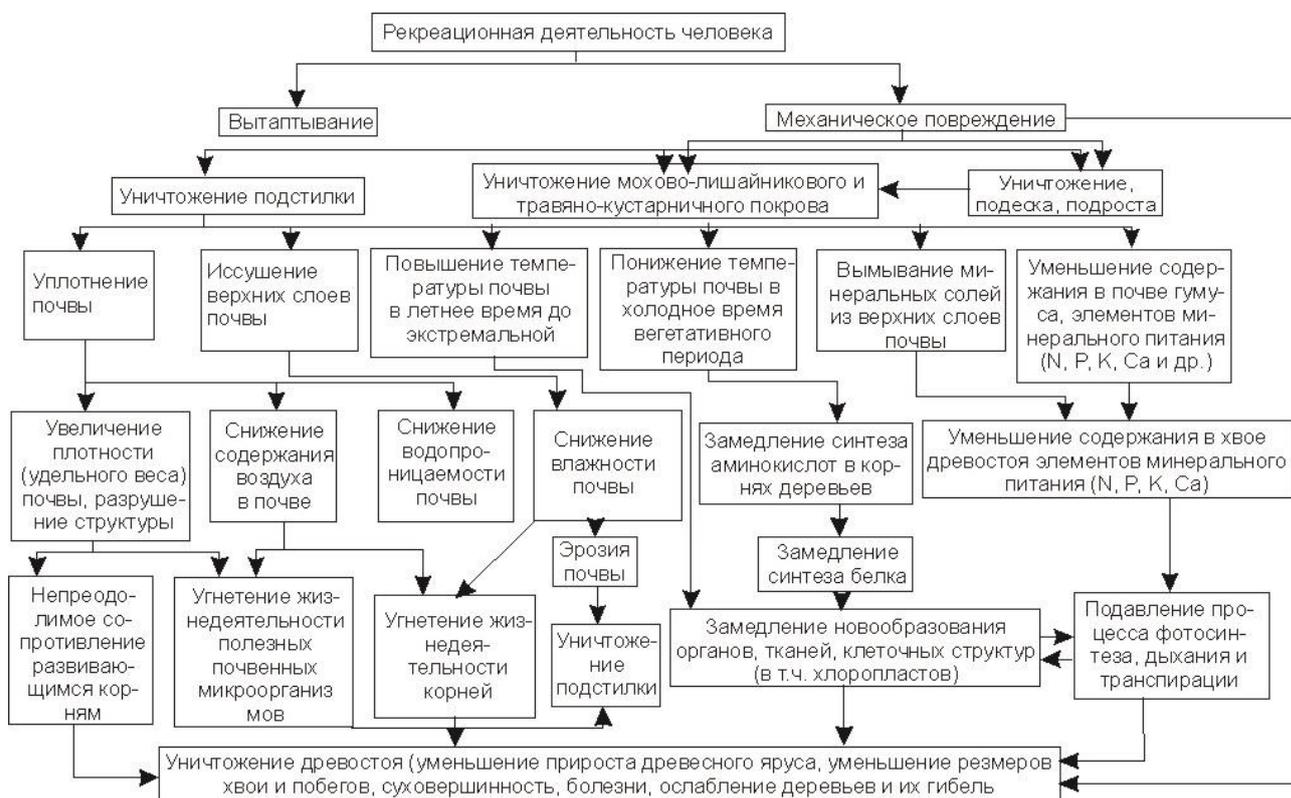


Рисунок 2 – Схема сопряженных процессов, происходящих при рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов [26]

Уровень рекреационного воздействия принято выражать величиной рекреационной нагрузки, определяемой количеством отдыхающих, пребывающих в единицу времени на единице площади объекта рекреации (человек в день/сезон/год на 1 га). При этом максимальная рекреационная нагрузка, при которой биогеоценоз сохраняет свою устойчивость, называется предельно допустимой нагрузкой или рекреационной емкостью территории [11, 16, 17].

Считается, что негативное воздействие рекреации можно снизить посредством обустройства (организации) используемых территорий, т.е. в случае проведения комплекса мероприятий, направленных на обеспечение комфортных условий отдыха и предотвращение деградации природной среды [104].

Из этого следует, что в зависимости от степени организации можно выделить территории неорганизованные, частично организованные и организованные для целей рекреации. При этом виды отдыха, осуществляемые на этих территориях, можно считать соответственно организованными и в двух последних случаях неорганизованными или самодеятельными [113].

Массовые виды отдыха, связанные с посещением лесов, чаще всего являются неорганизованными, то есть наиболее "агрессивными" по отношению к природным комплексам. В зависимости от вида деятельности рекреантов выделяют различные формы неорганизованной рекреации (автотранспортная, прогулочная, добывательская или промысловая, пикниковая и пр.), которые также различаются по уровню воздействия на окружающую природную среду.

Согласно Тарасову А.И. [113], уровень экологического воздействия бездорожной рекреации приравнивается к одной условной единице, включающей лесопользование и вытаптывание. Так, уровень воздействия бивуачного и пикникового отдыха в зависимости от набора факторов их влияния может изменяться в пределах от 5 до 13 условных единиц, при этом максимальное воздействие проявлено со стороны рекреантов и их автотранспорта (табл. 2).

Таблица 2 – Виды воздействия различных форм неорганизованной рекреации на лесные экосистемы [113, с изменениями]

Факторы и виды воздействия	Формы рекреации				
	Автотранспортная		Добывательская	Бивуачная и пикниковая	
	Дорожная	Бездорожная		Пешеходная	Пешеход и авто
Лесопользование при рекреации	+	+	+	+	+
Вытаптывание напочвенного покрова		+	+	+	+
Уничтожение компонентов биогеоценоза			+	+	+
Установка палаток, разжигание костров				+	+
Стоянка транспортных средств					+
Уровень воздействия в условных единицах	0,1	1	2	5-7	13

В заключение сказанного, следует отметить следующие моменты, связанные с пониманием основных терминов, использованных в настоящей работе:

– для обозначения совокупности явлений и отношений, возникающих в процессе активного или пассивного отдыха людей вне их жилища, в русскоязычной научной литературе чаще всего используется термин – рекреация, в англоязычной – туризм;

– использование в качестве синонимов терминов "отдых", "рекреация" и "туризм" не противоречит их этимологии, при этом последний может быть рассмотрен как в широком смысле в качестве отдельного вида отдыха, так и в более узком его понимании как специфический вид рекреации;

– массовые виды отдыха по продолжительности делятся на кратковременные (без ночлега) и длительные (с ночлегом), по степени организации территории, на которой они осуществляются, на организованные и неорганизованные;

– к основным формам (видам) неорганизованного массового отдыха относятся автотранспортная, добытательская, пикниковая и бивуачная рекреация.

1.2 Факторы и последствия воздействия рекреации на окружающую природную среду

Рекреация является специфическим видом антропогенной деятельности, который влияет и изменяет окружающую природную среду посредством механических, химических, акустических и других факторов воздействия, спектр и интенсивность которых зависят от вида рекреационной деятельности, то есть способа использования природных ресурсов (рис. 3).

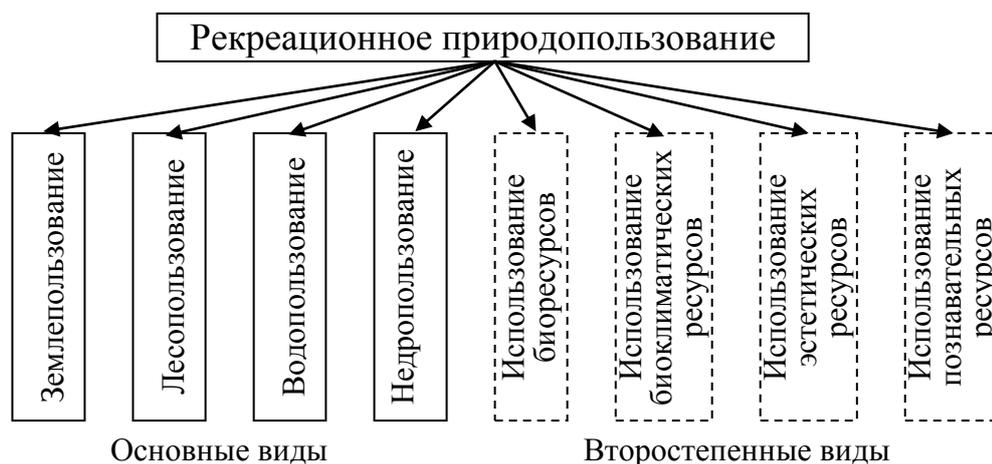


Рисунок 3 – Система природопользования при рекреации

Все основные виды рекреационного природопользования (земле-, лесо-, водо- и недропользование) связаны с прямым использованием природных ресурсов. При этом ресурсы в процессе рекреационной деятельности могут быть либо "расходным материалом", либо "безрасходной средой", например, потреб-

ление водных ресурсов в лечебно-оздоровительной рекреации и эксплуатация водных объектов для пляжно-купального отдыха соответственно.

Возможно также опосредованное или косвенное использование рекреационных ресурсов, когда их эксплуатации как таковой не происходит. Ярким примером являются видеорекреация и экскурсионные осмотры уникальных природных объектов (формы выветривания пород, водопады и пр.)

В большинстве случаев рекреационное природопользование оказывает влияние на окружающую среду, а чрезмерно высокий уровень его воздействия приводит к истощению или деградации используемых и сопутствующих им природных ресурсов. Так, массовое посещение пляжей и купание в водоемах (особенно на больших озерах) нередко приводят не только к нарушению водных экосистем, но и к дигрессии прибрежных природных комплексов [86, 1].

Даже косвенное использование рекреационных ресурсов оказывает прямое воздействие на компоненты окружающей среды, так как ему всегда сопутствуют такие факторы как вытаптывание почвенно-растительного покрова, беспокойство животных, замусоривание территории и др. (рис. 4)



Рисунок 4 – Схема влияния рекреационной деятельности на окружающую природную среду [122, с изменениями]

Наиболее ярко выраженный процесс рекреационной дигрессии характерен для лесных биогеоценозов. В них происходят, как правило, однотипные изменения природных сред, связанные с дегградацией почвенно-растительного покрова и ухудшением санитарного состояния древостоя [37, 40, 132].

Ведущую роль в этом процессе играет вытаптывание, вызывающее уплотнение почвы, исчезновение лесной подстилки, изменение видового состава растительности, физических свойств и химического состава почв (рис. 5).

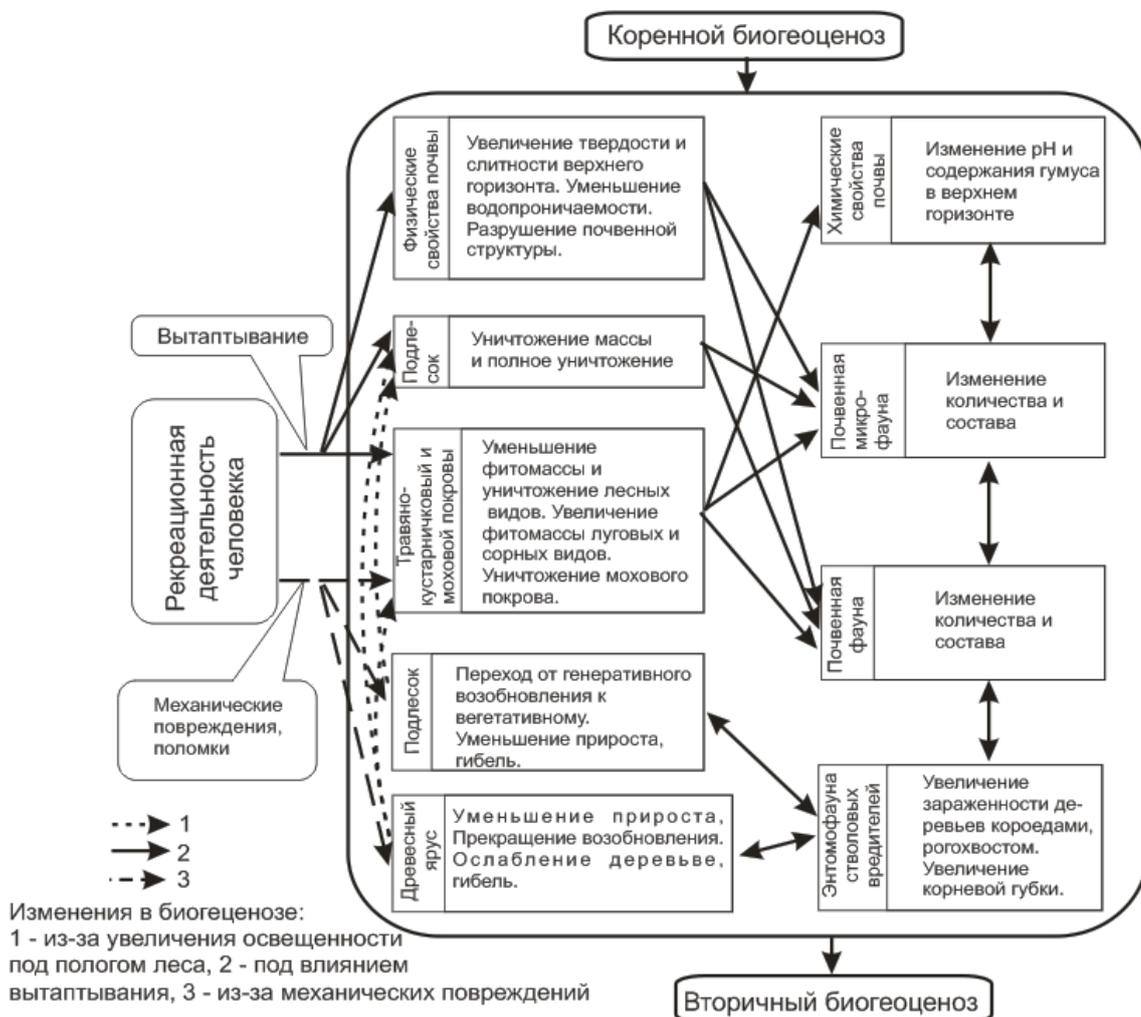


Рисунок 5 – Механизм рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов [37]

В случае изменения почвенного покрова наиболее серьезной трансформации подвергаются его водно-физические свойства и, в первую очередь, водопроницаемость почв, закономерно изменяющаяся в зависимости от уровня их рекреационной дигрессии. В результате уменьшения водопроницаемости интенсивность поверхностного водного стока возрастает в 3-4 и более раз, что приводит к проявлению эрозионных процессов и к снижению количества влаги, поступающей в почву с атмосферными осадками [35, 107, 123, 141].

Под влиянием рекреационных нагрузок изменяются не только количественные значения тех или иных свойств почвы, но и увеличивается их про-

странственная неоднородность. В частности, интенсивное развитие дорожно-тропиночной сети в лесных биогеоценозах способствует увеличению изменчивости мощности их лесной подстилки и гумусового горизонта почв.

Установлено, что наибольшей пространственной неоднородностью на рекреационных участках характеризуются такие физические свойства почв как их плотность и твердость [45, 107, 141].

Транспортные средства, практически всегда присутствующие в местах неорганизованного массового отдыха, оказывают преимущественно механическое воздействие на почвенный покров, способствуя его ускоренной деградации. Транспортные средства также являются источником химического загрязнения компонентов окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха и почв (рис. 6). Несмотря на локальный характер проявления, этот вид загрязнения может иметь заметные негативные последствия, в частности, при попадании токсичных соединений и элементов в поверхностные или подземные воды.



Рисунок 6 – Факторы и последствия воздействия автотранспорта на почвенный покров [2, с изменениями]

Основным источником загрязнения рекреационных территорий являются отходы, продуцируемые рекреантами. Проблема сбора и утилизации сопутствующих отходов наиболее остро проявляется в условиях неорганизованной рекреации, для которой характерно постоянное образование несанкционированных свалок. Последние представлены, в основном, бытовым мусором и пи-

щевыми отходами, которые, кроме замусоривания рекреационных территорий, способствуют загрязнению почвы органическими и неорганическими веществами и развитию болезнетворных бактерий и паразитов.

Глубокие изменения, происходящие в почве под воздействием рекреации, приводят к тому, что слабоустойчивые аборигенные лесные виды трав начинают быстро деградировать и уступают место луговой и сорной (космополитной) растительности, которая постепенно задерживает почву и препятствует возобновлению древостоя. На тропах и вытоптаных площадках уплотнение почвы проявляется на расстоянии до 1,5-2 м от них, а вблизи дорог до 10 м, что является критическим даже для корневых систем сорных растений [4, 18].

В переуплотненных почвах создаются условия близкие к анаэробным, поэтому их биологическая активность заметно снижается. Угнетение почвенных микроорганизмов, участвующих в трансформации части комплексных углеводных соединений в углекислоту и в восстановлении азота, фосфора, серы, кальция и калия, приводят к обеднению органического комплекса почвы, необходимого для процессов жизнедеятельности растений [27].

Вышеотмеченные изменения почв способствуют общему ослаблению жизненного состояния древостоя и снижению бонитета лесных культур. Кроме того, негативное влияние рекреации проявляется в рубке и механическом сведении подлеска, древесного подроста и всходов.

Уплотнение почвы приводит к такому негативному для жизненного состояния деревьев явлению как поднятие деятельностных корней ближе к поверхности, а иногда и к их частичному или полному обнажению. Наиболее ярко этот процесс проявлен для ели, имеющей поверхностную корневую систему, но также встречается и у других пород, особенно в условиях маломощных почв и при наличии твердой почвоподстилающей поверхности [37].

Рекреационное природопользование оказывает влияние на все природные компоненты, в том числе и на животный мир. В первую очередь его воздействие проявляется в сокращении мест обитания животных при строительстве туристской инфраструктуры и в факторе беспокойства. Так, шумовое воздей-

стве, в том числе транспортных средств, на которых передвигаются отдыхающие, приводит к уходу животных из привычных местообитаний, к отказу от гнездования многих птиц и пр.

Прокладка бездорожных автомобильных маршрутов может фрагментировать места обитаний и блокировать передвижение мелких млекопитающих, амфибий и беспозвоночных, значительно увеличивая риск гибели или травмирования животных в результате их столкновений с автомобилями.

Оставленные людьми в местах отдыха отходы могут вызвать изменения в поведении животных, привлеченных источниками питания. Даже обычное наблюдение за природой может негативно сказываться на поведенческих характеристиках диких животных, в частности, при их фотографировании [153].

Негативное влияние на экологическое состояние объектов окружающей среды оказывают и зимние виды рекреации, последствия которых слабо изучены. Известно, что все основные изменения природных комплексов на лыжных склонах определяются нарушениями снежного покрова [30, 120]. В частности, отмечено более глубокое промерзание почвы (в 3 и более раз) под уплотненным снегом, ярко выраженный поверхностный сток на интенсивно используемых склонах, который ведет к изменению рН, гранулометрического состава почвы и изменению видового состава исходного травостоя.

Таким образом, рекреационная деятельность оказывает негативное полифакторное воздействие практически на все компоненты окружающей природной среды, особенно на почвы и растительный покров, а в отдельных случаях на диких животных и природные поверхностные и подземные (грунтовые) воды (рис. 7).

Следует отметить, что геологическая составляющая природных ландшафтов и приземная атмосфера также, пусть и в меньшей степени, подвержены влиянию неорганизованной рекреации, например, при строительстве спусков к водным объектам или загрязнении воздуха выхлопами автомобилей.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что выявление факторов негативного воздействия рекреации на окружающую природную сре-

ду имеет важное значение для изучения ее экологических последствий. В свою очередь, понимание особенностей формирования рекреационной дигрессии позволяет разработать действенные методы по ее предупреждению.

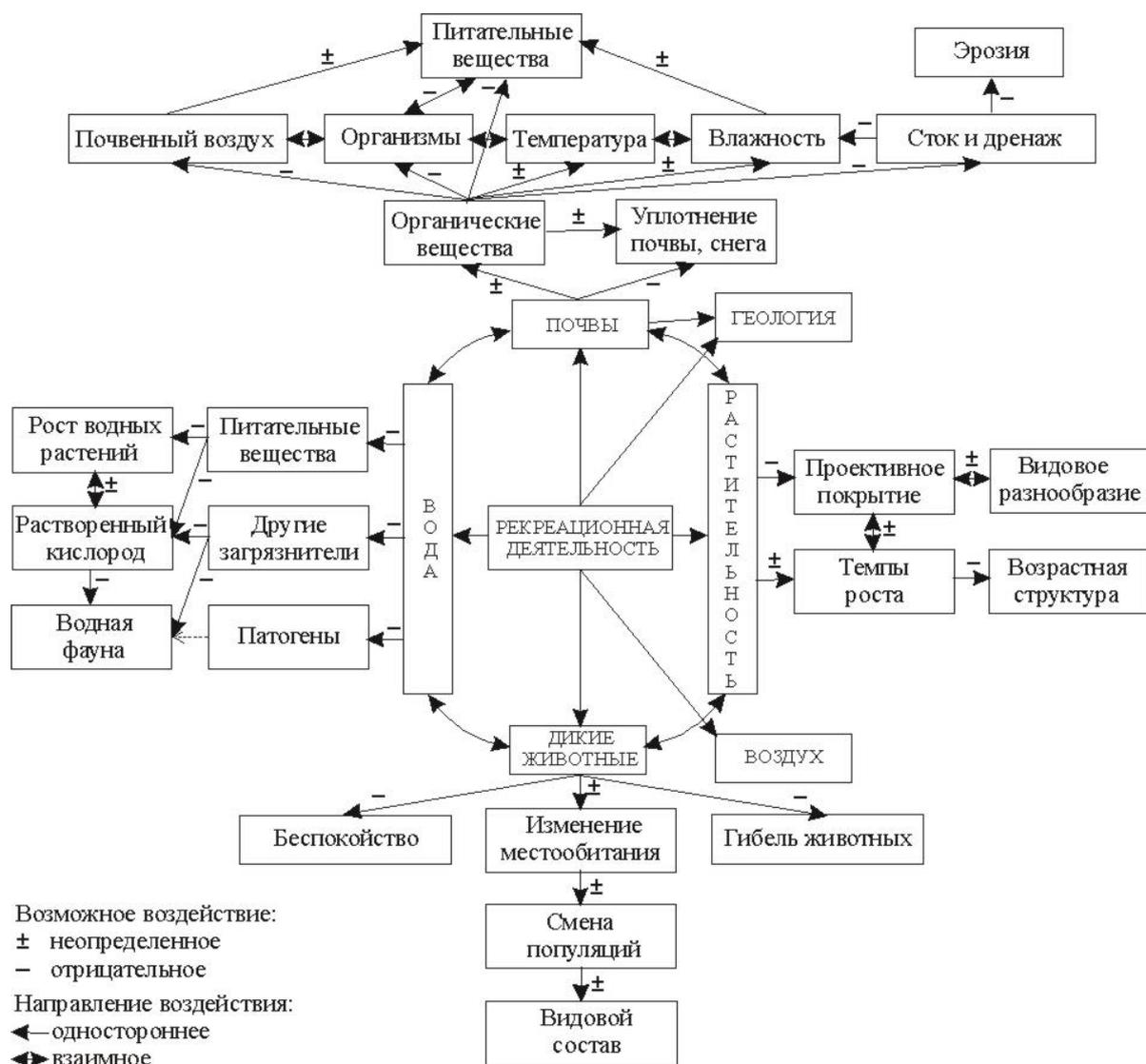


Рисунок 7 – Воздействие рекреации на лесные территории [163]

1.3 Принципы оценки состояния окружающей природной среды и регламентации нагрузок на рекреационных территориях

Как показывает анализ специальной литературы, в настоящее время нет общепринятых методов оценки экологического состояния рекреационных территорий, однако большинство исследователей при их изучении руководствуются близкими по содержанию подходами. Из них можно выделить наиболее распространенные: оценка текущей экологической обстановки по показателям состояния растительного и/или почвенного покрова; сравнение участков рекреа-

ции разного уровня нарушенности и контроля; эксперименты по вытаптыванию почвенно-растительного покрова с последующей оценкой уровней устойчивости почв и/или травянистой растительности (табл. 3).

Таблица 3 – Обзор отечественных и зарубежных методических подходов к оценке экологического состояния рекреационных территорий

Отечественный опыт	Зарубежный опыт
Описание (оценка) текущей экологической обстановки по заданной уровневой схеме	
Описание стадий дигрессии растительного покрова: Карписонова Р.А. [40], Казанская Н.С. [37], ОСТ 56-100-95 [73], Карпачевский Л.О. [39], Дыренков С.А. [26], Гольцев А.Ф. [19], Меланхолин П.Н. [61], Рысин Л.П. [98]	Описание классов состояния кемпингов: Frissell S.S. [144] Описание уровней повреждения древостоя: Marion J.L. [151]
Описание стадий дигрессии почвенно-растительного покрова: Бганцова В.А. [10], Карпачевский Л.О. [39], Зеленский Н.Н. [33], Зеликов В.Д. [34], Цареградская С.Ю. [118], Лысыков А.Б. [53], Эмсис И.В. [125], Авакян А.Б. [1]	Описание классов состояния кемпингов (почвенно-растительный покров): Parsons D.J. [159], Cole D.N. [133], Monz C.A. [157]
Сравнительная оценка участков рекреации разного уровня нарушенности и контроля	
Оценка состояния травостоя: Карпачевский Л.О. [39], Ланина В.В. [48], Рудакова Г.Д. [97], Сафронова Ю.В. [103], Казанская Н.С. [37], Гладков В.П. [18], Чижова В.П. [120, 122] Оценка состояния древостоя: Репшас Э.А. [93], Таран И.В. [111], Кузьмина Е.В. [44], Забросаев Н.С. [31], Рассказова М.М. [90], Собчак Р.О. [106], Казанская Н.С. [37]	Оценка состояния травостоя: Cole D.N. [133, 136], Crawford A.K. [138], Kostrowiski A.S. [147], Dick V [139] Оценка состояния древостоя: Meinecke E. P [155], Marion J.L. [151], Parsons D.J. [159], Cole D.N. [133]
Оценка физических свойств почв: Карпачевский Л.О. [39], Соколов Л.А. [107], Зеленский Н.Н. [33], Ивонин В.М. [35], Куйбышев С.В. [45], Щербина В.Г. [123], Егоров А.Г. [27] Оценка химического состава почв: Бондарь В.И. [12], Жевелева Е.М. [29], Забросаев Н.С. [31], Соколов Л.А. [107], Урушадзе Т.Ф. [114], Рудакова Г.Д. [97], Куйбышев С.В. [45] Оценка биологических свойств и микробиоты почвы: Фомина Н.В. [117], Егорова С.Е. [28], Рахматуллина И.В. [91]	Оценка физических свойств и химического состава почв: Dotzenko A.D. [140], Lockaby B.C. [150], Monti P.W. [156], Settergen C.D. [160], Cole D.N. [132, 136], Crawford A.K. [138] Оценка биологических свойств и микробиоты почвы: Temple K. L. [161], Zabinski C.A. [164]
Эксперименты по вытаптыванию почвенно-растительного покрова	
Оценка устойчивости травянистой растительности: Рысина Г.П. [99], Петров В.В. [80], Линник В.Г. [52] Оценка устойчивости почв и почвенной биоты: Марфенина О.Е. [59], Временная методика... [16], Таранец И.П. [112]	Оценка устойчивости травянистой растительности: Cole D.N. [135], Marsz A.A. [152], Bernhardt-Römermann M. [129]

В нашей стране наиболее распространенным методическим подходом является диагностика стадий рекреационной дигрессии, основанная на определении степени изменения почвенно-растительного покрова – основного реципиента рекреационного воздействия. При этом большинство исследователей [26, 37, 40, 73] отдают предпочтение визуально определяемым индикаторам состояния растительного покрова, несмотря на их причинно-следственную "вторичность" по отношению к деградации почвенного покрова. Это обусловлено тем, что оценка состояния почв более трудоемка и носит количественно выраженный характер, а ее унифицированные критерии пока не разработаны.

Количество выделяемых разными исследователями стадий состояния почвенно-растительного покрова варьируется, как правило, от трех до пяти.

При этом минимальные значения вытоптанности территории до минерального горизонта почвы, соответствующие слабо измененному состоянию исходного биогеоценоза, изменяются по разным авторам от 5 % [37, 73] до 20 % [26, 118].

Большинство отечественных [9, 37, 40, 107] и зарубежных [133, 143, 144, 159] исследователей придерживается пятиуровневой классификации дигрессии почвенно-растительного покрова, то есть выделяют 5 стадий – от 1-й стадии (ненарушенное состояние) до 5-ой (очень сильно нарушенное).

Обобщение существующих в настоящее время представлений о величинах показателей дигрессии компонентов окружающей природной среды позволило автору выделить для целей рекогносцировочной оценки экологического состояния рекреационных территорий три уровня значений индикаторов состояния основных реципиентов рекреационного воздействия (почвенного и растительного покрова) – слабо, умеренно и сильно измененное (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели экологического состояния компонентов окружающей природной среды на рекреационных территориях [по данным 26, 37, 73, 118]

Показатели	Экологическое состояние компонентов природной среды		
	Слабо измененное	Умеренно измененное	Сильно измененное
Почвенный покров			
Доля поверхности, вытоптанной до минерального слоя	5-20 %	20-40 %	более 40 %
Увеличение твердости	до 2 раз	в 2-5 раз	более 5 раз
Увеличение плотности	менее 10 %	на 10-40 %	более 40 %
Снижение пористости	менее 5 %	на 5-10 %	более 10 %
Снижение водопроницаемости	до 2 раз	в 2-5 раз	более 5 раз
Растительный покров			
Доля сильно ослабленных и усыхающих деревьев	менее 1 %	2-5 %	более 10 %
Встречаемость подроста	более 60 %	40-60 %	менее 40 %
Жизненное состояние подроста	ослабленный	ослабленный	сильно ослабленный
Видовой состав травостоя	доминируют лесные виды	доминируют лесные виды, редки сорные и луговые виды	доминируют луговые и сорные виды

Интересна методика определения уровней изменения почвенно-растительного покрова, предложенная И.В. Эмисом [125]. В отличие от распространенных стадий дигрессии, оцениваемых преимущественно по 2-3 параметрам, он предлагает рассчитывать коэффициенты измененности лесных природных комплексов исходя из площади (в баллах от 1 до 10, где 1 балл равен 10 %) проявления на оцениваемой территории основных и второстепенных признаков (в бал-

лах от 0 до 3, где 0 – признак не наблюдается, а 3 – весьма значителен). К основным признакам относится: доля площади лишенной напочвенного покрова; то же с оголенной почвообразующей породой; то же с растениями, не свойственными данному типу леса. К второстепенным признакам – степень нарушенности подлеска и подроста, оголенности корней деревьев, загрязнения бытовыми отходами, количество механических повреждений деревьев, кострищ и мест разбивки палаток, пикников и др.

С учетом повышающих и понижающих коэффициентов по формуле рассчитываются коэффициенты измененности природного комплекса, по которым определяются стадии рекреационной дигрессии и классы изменений (табл. 5).

Таблица 5 – коэффициентов измененности, стадий рекреационной дигрессии и классов изменений лесных природных комплексов [125]

Классы изменений	Коэффициенты измененности	Стадии дигрессии
Низкий	0,0 – 0,9	I
	1,0 – 1,2	I+
Средний	1,3 – 1,4	II
	1,5 – 1,6	III
Высокий	1,7 – 1,9	IV
	≥ 1,9	V

Этот подход позволяет оценить не только прямые последствия влияния рекреационных нагрузок (вытаптывания), но и негативные второстепенные признаки изменений, возникающие в результате низкой культуры природопользования рекреантов, что повышает информативность метода оценки коэффициента измененности природных комплексов в сравнении с традиционными подходами к оценке стадий дигрессии напочвенного покрова. В то же время балльный метод оценки, особенно в условиях отсутствия опыта у исследователя, может привести к завышению или занижению полученных коэффициентов, то есть к снижению достоверности оценочных данных.

Близкий по содержанию методологический подход к диагностике текущих изменений исходных природных ландшафтов используется при оценке классов состояния кемпинговых зон в национальных парках США [144]. Основанием для выделения пяти классов их экологического состояния, как и в случае диагностики стадий рекреационной дигрессии, служат количественные

и/или качественные оценки изменений (нарушений) почвенно-растительного покрова, сопоставимые с отечественными показателями дигрессии (табл. 6).

Таблица 6 – Сравнительная характеристика методических подходов к оценке экологического состояния лесопокрываемых участков неорганизованной рекреации

Стадии рекреационной дигрессии лесов [37]*	Классы состояния кемпингов [144]*
1. Лесная подстилка и видовой состав трав не нарушен, подрост разновозрастной и обильный	1. Наземная растительность изменена незначительно
2. Начинается вытаптывание подстилки, появляются луговые виды, тропинки и выбитые участки (до 5 % площади)	2. Наземная растительность частично вытоптана
3. Подстилка уменьшается, подрост редкий, появляются сорные травы, тропы и выбитые участки (10-15 %)	3. Растительность отсутствует, но гумусовый слой и лесная подстилка сохраняются
4. Чередование куртин подраста, полян и тропинок (15-20 %); на полянах нет подстилки, преобладают луговые виды	4. Видимое обнажение минерального слоя почвы, корни деревьев частично оголены
5. Выбитая площадь более 60 %, трав и подраста нет, деревья больны и повреждены, корни частично обнажены	5. Видимая эрозия почвы, деревья ослабленные и/или сухие

* – с сокращениями автора

В качестве экспресс-метода диагностики нарушений природных ландшафтов на объектах рекреации в США широко применяется их фотографирование с использованием разных фотографических техник (точечное фото, квадрат-фото, панорамные фото и пр.). Фотографические методы позволяют существенно сократить время полевых исследований и зафиксировать до 95% имеющихся нарушений, а их применение при мониторинге наглядно демонстрирует пространственно-временные изменения биогеоценозов [133]. По мнению авторов этого визуального подхода, он имеет ограничения и может быть рекомендован как дополнительный метод, иллюстрирующий отдельные виды негативных последствий рекреации.

Рассмотренные методы диагностики стадий рекреационной дигрессии (классов состояния кемпинговых зон) позволяют приблизительно оценить общую обстановку на рекреационных территориях и поэтому часто применяются при их мониторинге. Однако они не дают полного представления о состоянии отдельных компонентов окружающей среды и часто используются в комплексе с другими методами получения количественной информации, необходимой для оценки экологического состояния природных сред рекреационных территорий.

Анализ публикаций по теме работы показывает, что в зависимости от задач исследований и от специфики природных условий рекреационных территорий, комплекс изучаемых показателей и методы их оценки заметно различаются.

ся. Наиболее часто используются следующие параметры состояния почвенно-растительного покрова: физические свойства, химический состав и биологическая активность почв; жизненное, санитарное состояние и радиальный прирост древостоя, его полнота и степень повреждений [16, 37, 40, 143, 144, 159].

Необходимо также отметить, что как в отечественных, так и в зарубежных методических подходах, в зависимости от того, проводится или нет мониторинг состояния объектов рекреации, для исследований используют постоянные или временные площадки соответственно, которые закладываются также и на фоновых территориях (контрольные площадки).

Одной из целей практического "выхода" существующих методик оценки состояния рекреационных территорий является принятие мер по минимизации нанесенного им экологического вреда. При этом можно выделить два принципиально различных в этом вопросе подхода. Первый из них широко распространен в нашей стране и основан на количественной регламентации рекреационных нагрузок. Второй подход (качественный) применяется в нацпарках США и предполагает организационно-управленческие меры по сохранению (улучшению качества) определенных свойств компонентов природных биогеоценозов, необходимых с экологической и рекреационной точек зрения (табл. 7).

Таблица 7 – Отличия количественного и управленческого подходов к минимизации экологических последствий рекреации

Параметры оценки	Количественный подход [121]	Управленческий подход [136]
Контролируемый показатель	Предельно допустимое количество посетителей	Предельно допустимые изменения природных биогеоценозов
Способ сохранения природного биогеоценоза	Контроль за количеством отдыхающих и запрет на посещение территории при достижении предельно допустимых уровней посещаемости	Осуществление различных организационно-управленческих действий по сохранению природных биогеоценозов в границах допустимых изменений

В основе отечественных подходов лежат принципы и методы определения рекреационных нагрузок, разработанные в 1970-1980-х гг. Институтом географии АН СССР и Институтом лесного хозяйства Минлесхоза СССР, в соответствии с которыми допустимые нагрузки могут быть установлены методом пробных площадей или экспериментально [16]. На пробных площадях проводят цикл натурных наблюдений за фактической посещаемостью территорий с тре-

твей, так называемой стабилизированной стадией дигрессии, и по ним рассчитывают предельно допустимые среднегодовые рекреационные нагрузки.

При эксперименте путем искусственного вытаптывания моделируются разные уровни повреждения почв с последующим количественным сравнением причины (величина допустимой рекреационной нагрузки) и следствия (экологическое состояние или степень дигрессии почвенного покрова).

В целом эти подходы, особенно метод пробных площадей, относительно просты в применении и в случае соблюдения научно обоснованных норм рекреационных нагрузок позволяют предотвратить деградацию природных биогеоценозов. Их недостатком является сложность контроля на практике рекреационных нагрузок в условиях неорганизованного массового отдыха.

Основные принципы качественного подхода изложены в методике "Предельно допустимых изменений" ("Limits of Acceptable Change") или ПДИ (LAC) [143], предполагающей разработку и реализацию последовательной схемы управления рекреационной территорией (рис. 8). Необходимо отметить, что эта методика редко применяется в ее оригинальной теоретической форме, а чаще используется как концептуальная основа планируемого изучения.

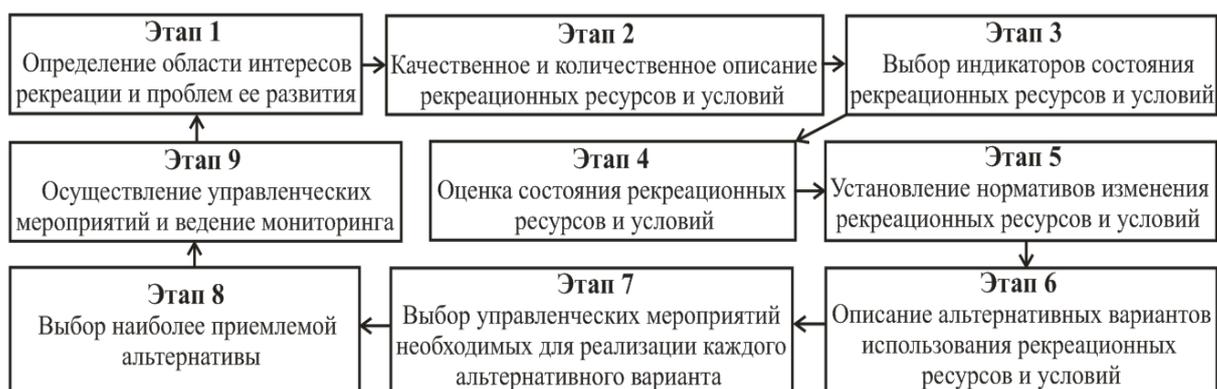


Рисунок 8 – Схематический план пошаговой реализации методики ПДИ [143]

На практике ее использование сводится к реализации следующих этапов: 1) инвентаризация рекреационных условий и ресурсов территории; 2) выбор и оценка индикаторов экологического состояния территории; 3) выбор экологически приемлемых условий рекреационного использования территории и их реализация; 4) ведение программ экологического мониторинга и оценки эффективности действий по управлению рекреационной территорией.

Эти основные этапы, как и этапы полной версии методики ПДИ, связаны в единый последовательный цикл, в котором мониторинг экологического состояния и качества управления является одним из главных условий контроля допустимости изменений. Вместе с тем мониторинг и управленческие мероприятия также требуют значительных финансовых и трудовых затрат, что в условиях неорганизованного отдыха представляет серьезную проблему [76].

По итогам приведенного обзора отметим следующие принципиальные моменты оценки состояния окружающей природной среды и минимизации экологических последствий при неорганизованной рекреации:

- диагностика уровней изменения исходных биогеоценозов (стадий дигрессии, классов состояния) является основным методом оценки состояния рекреационных территорий, достоверность которой повышается при дополнительном изучении количественных показателей состояния почв и растительности;

- негативные изменения, наблюдаемые в природных комплексах рекреационных территорий, считаются допустимыми, если они не приводят к нарушению устойчивости экосистем, а процессы разрушения биогеоценозов компенсируются их самовосстановлением;

- прогрессирующий процесс рекреационной дигрессии биогеоценозов, как правило, опережает процесс его самовосстановления, поэтому на участках рекреации необходимо проведение превентивных и восстановительных мер;

- уровень негативных экологических последствий рекреационной деятельности зависит от величины, периодичности, характера и пространственного распределения рекреационных нагрузок, а также от природных особенностей рекреационных территорий. Исходя из этого, регламентация нагрузок должна подразумевать не только их количественное ограничение, но и пространственно-временное перераспределение по площади участка с учетом зон высокого, низкого и среднего уровня устойчивости природных комплексов;

- между рекреационными нагрузками и уровнем их последствий не всегда имеется прямая зависимость, поэтому при оценке экологического состояния рекреационных территорий целесообразно совместное использование количе-

ственного и управленческого подходов, а также дополнительное изучение состояния природных сред.

Глава 2 Природные условия и рекреационные ресурсы Республики Алтай и Катунского рекреационного района

2.1 Природно-климатические условия

Изученный Катунский рекреационный район находится на территории Майминского и Чемальского административных районов Республики Алтай, общая площадь которых составляет 4,3 тыс. км². Под рекреацию, в том числе неорганизованный массовый отдых, используется лишь небольшая часть территории (90 км² или 2 % от площади этих районов), в основном в пределах водохранной зоны р. Катунь и ее основных притоков.

Орография. Изученный Катунский рекреационный район находится в пределах Северо-Алтайского физико-географического района Алтайской горной области, входящей в состав Алтае-Саянской горной страны. Основу их орографического строения составляют отроги крупных субмеридионально ориентированных хребтов – Семинского и Иолго, которые на севере сменяются непротяженными хребтами – Стамовым, Сугульским и др.

Характерной чертой орографии Северного Алтая, определяющей основные особенности его микроклимата и природных ландшафтов, является сочетание узких и широких водораздельных хребтов и долин с высокой степенью эрозионного расчленения, особенно в бортах долин крупных рек [68].

Для района характерно общее снижение высоты местности в северном направлении – от среднегорья в его южной и центральной части до низкогорья в крайней северной части. Отметки водораздельных хребтов в этом направлении уменьшаются от 1800-2200 м до 550-900 м. Диапазон отметок днища долины основного водотока района – р. Катунь варьируется от 485 м в его южной части до 245 м на границе республики с Алтайским краем.

Геоморфологическое строение района в целом несложное, но в то же время имеет черты, свойственные только этой части Алтайской горной области. На его территории выделяют следующие основные генетические типы рельефа: низкогорный и среднегорный эрозионно-денудационный, низкогорный эрозионно-аккумулятивный с элементами тектоно-аккумулятивного рельефа [124].

Каждый из этих основных типов включает большое количество мега-, мезо- и микроформ рельефа. Так, низкогорный эрозионно-аккумулятивный тип характеризуется значительным эрозионным врезом речных долин, выполненных аллювиальными наносами и делювиально-пролювиальными склоновыми отложениями мощностью до первых десятков метров.

Для эрозионно-денудационного литоморфного рельефа низкогорья и среднегорья характерны узкие гребневидные, реже уплощенные водоразделы, представляющие древние поверхности выравнивания. Степень эрозионного расчленения территории района постепенно усиливается в южном направлении по мере нарастания высоты местности, что проявляется в смене относительно крупных и "мягких" форм рельефа (пологие задернованные склоны, округлые вершины и пр.) резко расчлененными крутыми скалистыми и осыпными склонами и вершинами.

Особенности гидрологии. Интенсивно развитая гидрографическая сеть изученного района в значительной степени копирует особенности его макрорельефа. Главным водотоком района является р. Катунь, представленная ее нижним течением. В нее впадает более 40 средних и малых рек и ручьев, основными из которых являются реки Майма, Сема и Чемал.

По совокупности режима питания, внутригодового распределения поверхностного стока и химического состава вод реки района относятся к низкогорному (в северной части) и среднегорному типу. Густота гидросети высокая (более 0,5 км/км²), извилистость рек слабая и очень слабая (коэффициент извилистости менее 1,6). Уклоны типично горных рек района, как правило, значительные, скорости течения большие (до 1-3 м/с), берега подвержены интенсивному размыву, дно рек крупногалечниковое.

Для крупных рек проявлен ящикообразный профиль долин (для мелких V-образный) и комплекс хорошо выраженных надпойменных аллювиальных террас (до пяти террас для р. Катунь). Ширина долины р. Катунь на территории района варьируется от 0,5 до 3 км при преобладании 1,5-2 км. Глубина реки до 4-5 м, в межень до 1,5-2 м. Средние скорости течения составляют 0,3 м/с в период межени и возрастают до 1,7 м/с в период половодья (апрель-июнь). Спад половодья длится до середины сентября и прерывается дождевыми паводками.

Для большинства рек района характерно слабое варьирование годового стока, весеннее половодье и летние паводки, а также смешанное питание от снеготалых (40 %), грунтовых (40 %) и дождевых (20 %) вод. Во время дождевых паводков расходы рек могут быть выше, чем в половодье [85].

По химическому составу воды рек района относятся к карбонатному классу пресных вод с минерализацией до 300 мг/л и мутностью 50-100 г/м³.

Озер на территории района мало, наиболее крупные из них Манжерокское и Айское расположены на террасах р. Катунь. В осевых частях хребтов в южной части КРР проявлен ряд мелких каровых озер (Каракольские и др.).

Климат. Территория Катунского рекреационного района относится к северному низкогорному климатическому району РА, находящемуся под влиянием западносибирского климата, но отличающегося от него меньшей континентальностью и более равномерным распределением осадков в течение года.

На локальные климатические особенности района существенное влияние оказывают абсолютные высоты и превышения местности, ориентированность хребтов относительно господствующих ветров, экспозиция и крутизна склонов, степень замкнутости речных долин и пр.

На территории КРР среднегодовые температуры положительны и варьируются в пределах 1-3°C, среднемесячные температуры изменяются от -16°C в январе до 18°C в июле. В пространственном отношении годовая сумма положительных температур (выше 10°C) в районе нарастает с севера на юг, а среднегодовое количество осадков (490-711 мм), 70-80 % которых приходится на теплый период года, снижается в этом направлении более чем на 30 % (табл. 8).

Таблица 8 – Характеристики климата Катунского рекреационного района [108]

Метеостанция (абсолютная высота)	t, °С		∑ t		Осадки, мм			К	V, м/с		J, дн.	W, см
	январь	июль	<-10°С	> 10°С	X-III	IV-X	год		I	VI		
Кызыл-Озек (330 м)	-15,9	18,0	3630	1910	188	607	711	1,0	1,6	1,5	115	65
Чемал (418 м)	-12,6	18,0	920	2010	88	473	490	0,8	4,8	2,0	119	10

t – средняя температура воздуха; К – коэффициент увлажнения; V – средняя скорость ветра; J – продолжительность безморозного периода; W – максимальная высота снежного покрова

Устойчивый снежный покров на территории района образуется, как правило, в начале ноября и сохраняется до 150-160 дней. Его средняя высота в северной части КРР на открытых местах достигает 30-40 см, в защищенных местах – 50-60 см. В южной части района высота снежного покрова значительно ниже, в среднем не превышает 10 см [85].

Для долины р. Катунь, в пределах которой сосредоточены основные рекреационные объекты изученного района, характерны локальные микроклиматические особенности. В частности, здесь в среднем на 10 дней позже наступает зима (переход средней суточной температуры через -5°С) и отсутствует период со среднесуточной температурой ниже -15°С.

Для всего изученного отрезка долины р. Катунь, особенно в холодный период, характерны фены – местные теплые сухие ветра нисходящего происхождения, влияющие на уровень относительной влажности воздуха. Они способствуют заметному ее снижению в долине р. Катунь (62-65 % зимой) на фоне 80-85 % в бесфеновых долинах других рек. Кроме того, теплые сухие фены способствуют испарению снега, вследствие чего снежный покров в долине р. Катунь в южной части КРР нередко отсутствует [85].

Природные ландшафты Катунского рекреационного района охарактеризованы по карте ландшафтов Алтая (Алтайский край и Республика Алтай) масштаба 1:500000, составленной в 2010 г. Д.В. Черных и Г.С. Самойловой [119]. Поскольку в районе основные территории неорганизованного отдыха находятся в водоохранных зонах р. Катунь и ее крупных притоков, характеристика природных ландшафтов приведена только для долинных комплексов.

Согласно классификации этих авторов, основные рекреационные ландшафты на территории КРР представлены гидроморфными, периодически дре-

нируемые проточными, лугово-лесными и лугово-степными, эрозионными и выработанными долинными ландшафтами. Так, в северной и центральной частях КРР ландшафты террас р. Катунь представлены лугово-лесными березово-сосновыми лесами на серых и темно-серых почвах в сочетании с луговыми степями (остепенными лугами) на лугово-черноземных почвах (рис. 9).



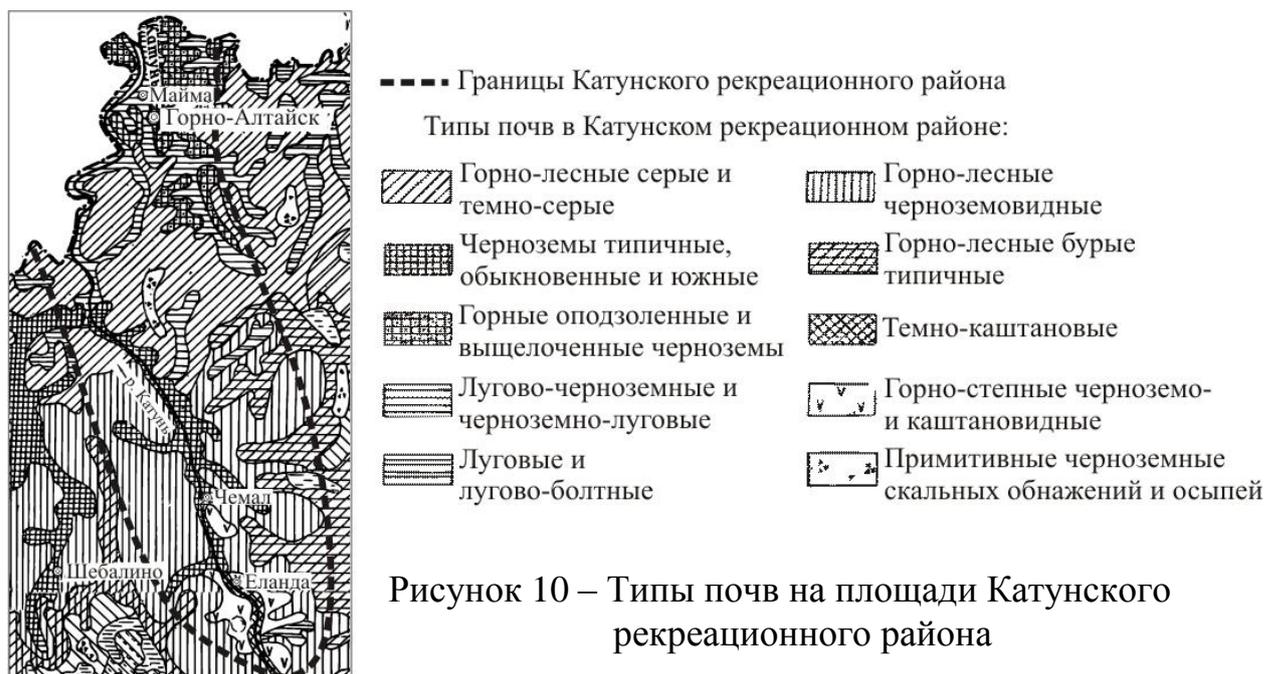
Рисунок 9 – Типы горно-долинных ландшафтов Катунского рекреационного района

На крайнем фланге КРР в долине р. Катунь южнее с. Чемал этот тип ландшафтов постепенно сменяется остепенными березово-сосново-лиственничными лесами на аллювиальных дерновых почвах, ассоциирующихся с мелкодерновинными степями на горных черноземах выщелоченных и разнотравно-осоково-злаковыми лугами на аллювиальных луговых почвах.

Следует особо отметить, что подавляющее большинство изученных участков неорганизованного массового отдыха Катунского рекреационного района находятся в примерно одинаковых ландшафтных условиях.

Почвы. Согласно Р.В. Ковалеву [83], в северной части КРР наиболее распространены горно-лесные серые почвы и горные выщелоченные и оподзоленные черноземы, в долинах рек переходящие в лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы. В южной и восточной частях района они постепенно сменяются горно-лесными черноземовидными и горно-лесными бурыми почвами соответственно. Фрагментарно на обнажениях и элювии коренных пород встречаются слаборазвитые примитивные почвы, а в долинах рек участки с луговыми и лугово-болотными почвами.

Для долины р. Катунь характерен следующий спектр типов почв. На аллювиальных песчано-галечниковых отложениях речных террас распространены горно-лесные серые и темно-серые почвы, черноземы типичные и обыкновенные, на юге переходящие в южные черноземы и темно-каштановые почвы. На севере КРР широко распространены лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы [83, 85] (рис. 10).



На территории района встречаются два подтипа горно-лесных серых почв – темно-серые и серые. Они формируются на аллювиальных отложениях, отличаются сравнительно небольшой мощностью гумусового горизонта (до 40-50 см), более или менее выраженной оподзоленностью и четко проявленным, осо-

бенно в темно-серых почвах, переходом гумусового горизонта в каменистую толщу почвообразующей породы.

Цвет верхнего гумусового горизонта горно-лесных серых почв изменяется от темно-серого до серого, содержание гумуса в обоих подтипах варьируется незначительно (11,5-16,0 %), реакция среды всегда слабокислая или кислая. В горизонте А средние значения рН водной вытяжки изменяются в пределах 5,5-6,1 ед. и снижаются в наиболее оподзоленной части профиля.

Горно-лесные черноземовидные почвы распространены на поверхностях пологих склонов, конусов речных выносов, котловин и наклонных террас долин р. Катунь и ее крупных притоков. Мощность хорошо развитого гумусового горизонта варьируется в пределах 40-80 см, он имеет равномерный черный или темно-серый цвет и значительные запасы гумуса в поверхностном слое (9-16 %). Иллювиальный или иллювиально-карбонатный горизонт окрашен в бурый или желтовато-бурый цвет, более плотный, постепенно переходящий в суглинисто-каменистую, иногда лессовидную суглинистую материнскую породу.

Карбонатные горизонты горно-лесных черноземовидных почв могут иметь более светлую окраску, рыхлые скопления и натечные формы карбонатов на каменистом материале в профиле почв. Бескарбонатные горизонты имеют слабокислую ($pH_{\text{водн.}} 5,5-6,5$) или близкую к нейтральной реакцию среды, а в карбонатных горизонтах – слабощелочную $pH_{\text{водн.}} = 7,2-8$ ед.

Лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы сформированы на низких надпойменных террасах р. Катунь на аллювиальных (песчано-галечниковых) или проллювиально-делювиальных (суглинисто-щебнистых) отложениях в условиях повышенного увлажнения и луговой растительности, и являются по сути полугидроморфными аналогами черноземов.

Мощность гумусового слоя этих типов почв значительно варьируется и может достигать 90 см. В нижней части профиля лугово-черноземных почв часто содержится щебень, гравий или галечник. В тоже время эти почвы, развивающиеся под влиянием грунтового увлажнения, имеют в разной степени оглеенную нижнюю часть профиля. Карбонаты не характерны для этих типов почв,

но иногда обнаруживаются в почвообразующей породе, что свидетельствует о глубокой промытости почв.

Содержание гумуса в верхних слоях этих типов почв чаще всего высокое (до 15 %). В случае более легкого механического субстрата лугово-черноземных и черноземно-луговых почв его содержание снижается до 7-9 % [83, 85].

Растительный покров. В северной и центральной изученной части долины р. Катунь распространены березово-сосновые, реже светлохвойные сосновые злаково-разнотравные и папоротниковые леса, которые на с увеличением высоты местности постепенно сменяются лиственничными лесами.

В подлеске березово-сосновых лесов присутствуют черемуха, рябина, калина, рододендрон, кизильник, спирея и пр. В травостое практически всегда присутствует орляк обыкновенный и такие лесолуговые, луговые и злаковые виды как бор развесистый, тимофеевка луговая, мятлик луговой, вейник тростниковый, чина гмелина, земляника лесная и пр.

Довольно широко распространенные в пределах севера КРР леса с эдификаторной ролью березы и осины сформировались в местах вырубки других типов леса. Березовые леса распространены в долине р. Катунь (от с. Майма до с. Манжерок) и ее притоков – рек Майма, Улалушка, Сайдыс, Карым, Муны и пр.

В древесном ярусе этих лесов часто имеется примесь сосны или лиственницы, в подлеске встречаются спирея, карагана древовидная, смородина, малина. Травостой в целом схож с рассмотренными выше лесами.

В березовых перелесках наиболее увлажненной северной части района встречаются также суходольные луга и луговые степи. В травостое встречаются лугово-лесные и луговые виды злаков, луговые, лугово-лесные и лугово-степные виды разнотравья [46, 85].

В долинах большинства притоков р. Катунь наряду с ранее рассмотренными лесами встречаются также вариации лиственнично-березовых, ивово-березовых кустарнико-травяных лесов и разнотравно-осоковых лугов. Кроме

того на таких крупных притоках как р. Майма и р. Сема распространены ивово-березовые леса с щучково-осоковыми и разнотравно-злаковыми лугами.

По мере продвижения на юг КРР происходит увеличение доли луговых и степных видов растительности. Здесь типичны сильно разреженные остепненные березово-сосновые и березово-сосново-лиственничные леса, а также мелкодерновинные степи и разнотравно-осоково-злаковые луга [85, 119].

2.2 Рекреационные ресурсы

Развитию туризма в Республике Алтай способствуют разнообразные рекреационные условия и ресурсы, в частности, благоприятные климатические условия, уникальное ландшафтное и биологическое разнообразие, сохранившиеся в первозданном виде экосистемы и богатство историко-культурного наследия.

На ее территории возможна организация более 30 видов туристской деятельности, из которых наиболее популярны рафтинг, водные и конные походы, автотуризм, спелеотуризм, альпинизм. В последние годы активно развивается этно-событийный туризм, агро- и экотуризм. В будущем предусмотрена ориентация на лечебно-оздоровительный и развлекательный виды туризма [24].

Под рекреационными ресурсами принято понимать компоненты географической среды и объекты антропогенной деятельности, которые благодаря таким свойствам, как уникальность, историческая или художественная ценность, оригинальность, эстетическая привлекательность и целебно-оздоровительная значимость, могут быть использованы для организации различных видов и форм рекреационной деятельности [65].

Среди **климатических ресурсов** можно условно выделить два их подтипа – собственно климатические и биоклиматические ресурсы. Первые из них включают климатические факторы, которые необходимо учитывать при организации конкретного вида рекреации (высота и продолжительность снежного покрова; направление, повторяемость и сила ветра и пр.), вторые объединяют

биоклиматические параметры, оказывающие разное воздействие (раздражающее, тренирующее, щадящее) на организм рекреантов.

Горный рельеф региона обуславливает различные уровни обеспеченности его территории климатическими ресурсами. В частности, в северных районах РА относительно долго (160-170 дней) залегает снежный покров высотой до 80-120 см, что делает их наиболее перспективными для организации многих видов зимнего туризма, в частности, горнолыжного и сноубординга [110]. Кроме того, эта часть региона характеризуется наибольшими значениями показателя благоприятности биоклиматических условий – ПББКУ, представляющего отношение числа дней с благоприятными погодными условиями к числу дней в году (табл. 9).

Таблица 9 – Благоприятность биоклиматических условий ландшафтов Республики Алтай для рекреации [108]

Ландшафты	Число дней в году с погодными условиями:				ПББКУ*
	благоприятными	относительно благоприятными	неблагоприятными	крайне неблагоприятными	
Высокогорные					
Тундровые	50-60	100-120	130-140	60-65	0,05-0,10
Среднегорные					
Лесные (от 1500 м)	100-130	110-130	120-130	15-30	0,10-0,30
Лесные (от 1000 м)	130-180	120-140	70-120	5-15	0,30-0,50
Низкогорные					
Степные	220-225	85-90	45-50	2-3	0,65-0,70
Лесостепные	225-230	80-90	40-45	1-2	0,70-0,75
Лесные (до 1000 м)	180-210	90-120	50-70	–	0,50-0,60
Межгорно-котловинные					
Лугово-степные	150-160	130-140	60-70	0-5	0,40-0,50
Степные	160-170	120-130	50-60	0-2	0,50-0,55
Полупустынные	90-100	130-140	110-120	20-25	0,20-0,30

* – показатель благоприятности биоклиматических условий в году

По оценкам курортологов [22], комфортные и прекомфортные условия низкогорья и, частично, среднегорья пригодны для организации всех типов климатотерапии, однако в настоящее время биоклиматические ресурсы используются преимущественно в оздоровительных и реже в спортивных целях, при этом отсутствует их лечебное применение.

Территориальные ресурсы характеризуют наличие доступных территорий для организации различных видов рекреации, удовлетворяющих по площади, рельефу и живописности их ландшафтов. Основная часть региона характе-

ризуется расчлененным типом рельефа, ограничивающим создание туристской инфраструктуры, но способствующим развитию горного туризма и альпинизма.

Так, площадной ресурс наиболее пригодной для развития массовых видов отдыха водоохранной зоны р. Катунь и ее притоков на территории Майминского и Чемальского районов РА составляет не более 25 % всей ее площади (около 9 тыс. га). В настоящее время объектами организованной и участками неорганизованной рекреации занято соответственно 3,8 и 1 % этой площади (табл. 10).

Таблица 10 – Уровень использования водоохранной зоны р. Катунь в Чемальском и Майминском административных районах Республики Алтай

Показатели	Объекты рекреации		Территории, пригодные для организации рекреации
	организованной	неорганизованной	
Число объектов, ед.*	114	57	–
Средняя площадь объектов, га	3,0	1,6	–
Суммарная площадь, га	342	90	1800
Доля от общей площади, %	3,8	1,0	20

* – по состоянию на 2014 г.

Рекреационные функции рельефа связаны, прежде всего, с его лечебно-оздоровительным, спортивным, эстетическим и познавательным назначением. Так, высокий спортивный потенциал рельефа на территории РА позволяет организовать туристические маршруты всех категорий сложности, наиболее популярные из которых пешие, конные и автомобильные маршруты к горным озерам (Каракольские, Туюкские, Аккемское и др.), водопадам (Камышлинский, Учар и пр.) и другим уникальным природным объектам [57].

Спелеотуризм, связанный как с экскурсионно-познавательным, так и спортивным посещением пещер, приурочен в основном к низко- и среднегорной северной части региона. Альпинизм, напротив, сконцентрирован в высокогорной южной части РА (Катунский, Северо- и Южно-Чуйский хребты), а парапланеризм – в Курайской и Чуйской межгорных котловинах.

Для ландшафтных ресурсов также характерно использование в лечебно-оздоровительных, эстетических и познавательно-экскурсионных целях. В частности, большое разнообразие эстетически ценных ландшафтов, являющихся

"визитной карточкой" Горного Алтая, способствует развитию ландшафтотерапии, направленной на восстановление психологического здоровья рекреантов.

Водные рекреационные ресурсы в зависимости от характера их использования можно разделить на водно-купальный, водно-спортивный и водно-хозяйственный подтипы. Первый подтип связан с пляжно-купальным отдыхом, который ввиду быстрого течения горных рек и преобладающей низкой температурой воды (до 10-14°C) на территории республики развит слабо.

В последние годы естественные водно-купальные ресурсы пополнились рядом искусственных водоемов, в частности, крупным водоемом на территории ОЭЗ туристско-рекреационного типа "Долина Алтая", пляжно-развлекательным туркомплексом "Рублевка", аквапарком на турбазе "Турсиб" и др.

Водный туризм и спорт в РА представлены, главным образом, сплавами и прогулками на маломерных судах (катера, лодки, гидроциклы) и рафтах. Большая скорость течения и обилие порожистых участков позволяют проводить на ряде рек региона соревнования российского и международного уровня.

К используемым рекреантами в хозяйственных целях водным ресурсам относятся поверхностные водные объекты (реки, озера, снежники) и подземные, в т.ч. питьевые воды, большинство из которых являются источниками нецентрализованного водоснабжения.

Традиционное рекреационное использование **биологических природных ресурсов** связано с их собирательством и добычей (охотничий туризм, любительская рыбалка, фото- и видеоохота). В условиях региона использование флористических ресурсов не ограничивается сбором грибов, ягод, трав. Нередко рекреанты выкапывают подрост древостоя, декоративных кустарников и пр.

Сравнительно новый для РА экологический туризм связан, прежде всего, с эколого-просветительской деятельностью заповедников и природных парков. Наибольший интерес для экотуристов представляют уникальные объекты ландшафтного и биологического разнообразия, наблюдаемые на познавательных экскурсиях и маршрутах (экотропах) в ООПТ.

Отдельным типом природных рекреационных ресурсов выступают **бальнеологические ресурсы**. Их основу составляют продукты животноводства (панты, кумыс и пр.), пчеловодства (мед, воск, перга), лекарственные растения, а также лечебные воды (радон, сероводород и пр.) и грязи, природные сорбенты (различные лечебные глины), мумие, горный воск и др.

Несмотря на небольшие запасы большинства бальнеологических ресурсов, их использование в комплексе с привозными ресурсами (соли, грязи и пр.) создаст благоприятные условия для развития санаторно-курортного лечения и увеличит приток туристов, прибывающих с лечебными целями до 25-30 % [21].

Историко-культурные ресурсы включают археологический, этнокультурный и религиозный виды ресурсов, первый из них представлен богатейшим археологическим наследием, включающим более ста памятников федерального значения и около двух тысяч памятников регионального значения.

Используемые в этнотуризме этнокультурные ресурсы представляют материальное (этнографические памятники, традиционные одежды, украшения, кухня и пр.) и нематериальное наследие (праздники, уклад жизни, сказания и пр.) коренных народов РА. В последние годы набирает популярность этнособытийный и паломнический туризм, ориентированный на религиозные ресурсы региона (сакральные, культовые и религиозные объекты).

Проведенный анализ свидетельствует о том, что Республика Алтай обладает достаточно высоким природно-культурным рекреационным потенциалом, но преобладающий уровень его использования в целом низкий и средний.

Идентичная ситуация с использованием инфраструктурных и особенно сервисных ресурсов обуславливает необходимость ее кардинального улучшения. Так, необходимо развивать наименее представленные на туристском рынке РА сферы развлечений и экскурсий. Необходима переориентация крупных турпредприятий на круглогодичное функционирование, что позволит в некоторой степени снизить стоимость их услуг. К важнейшим приоритетам относится также развитие зимних видов отдыха, в частности, создание горнолыжных трасс, центров занятия сноубордингом, прогулок на снегоходах и пр. [77].

2.3 Характеристика туристской отрасли

В истории развития туризма и его инфраструктуры на территории Республики Алтай можно выделить три основных этапа – советский (1950-1980 гг.), ранний российский (1991-2006 гг.) и современный (с 2007 г.). Советский этап характеризовался относительно небольшим числом отдыхающих и разнообразием туристских маршрутов, строительством первых туристских баз "Золотое озеро" (1952 г.), "Юность" (1958 г.), "Катунь" (1968 г.), альплагерей "Актру" (1952-1970 гг.) и "Алтай" (1982 г.).

В ранний российский этап происходило интенсивное строительство объектов туристской инфраструктуры (турбаз, баз отдыха, гостиниц и пр.), число которых в 2006 г. составляло 135 единиц. Туристский поток к концу этапа возрос до полумиллиона человек, из них около 40 % составляли неорганизованные туристы. Столь активный рост был связан, в основном, с формированием автотуристского направления, ориентированного на отдых выходного дня.

Новейший этап в развитии туристской отрасли республики связан с образованием Министерства туризма и предпринимательства РА, при участии которого стала формироваться законодательная база отрасли, и получил развитие ряд крупных инвестиционных проектов. Так, в период 2007-2009 гг. было принято более 10 нормативно-правовых актов, регулирующих сферу туризма, созданы особая экономическая зона туристско-рекреационного типа "Алтайская долина", горнолыжный курорт "Манжерок", санаторно-курортные комплексы "Алтай-Резорт", "Алтай-West", спроектирован ГЛК "Телецкий" и др. [95].

В 2007 году институтом Генплана Москвы была разработана "Генеральная схема размещения туристских и оздоровительных объектов в Республике Алтай", предусматривающая организацию трех рекреационных центров: на р. Катунь (отрезок Союзга –Чемал); на оз. Телецкое; в окрестностях горы Белухи.

Эти центры приурочены соответственно к Катунскому, Телецкому и Уймонскому рекреационным районам (рис. 11). Основным из них является наибо-

лее посещаемый и обустроенный Катунский рекреационный район (КРР), охватывающий р. Катунь в черте Майминского и Чемальского районов РА (рис. 12).

Вторым по значимости является Телецкий рекреационный район, в котором большинство туробъектов сосредоточено в северной и южной частях Телецкого озера. Перспективы развития этого района связаны, прежде всего, со строительством горноклиматического курорта "Золотое озеро" и возможностью развития экологического туризма в Алтайском заповеднике.

В целом же, по данным Министерства туризма и предпринимательства РА, развитие туристской отрасли в настоящее время характеризуется ежегодным ростом числа туробъектов на 5-10 единиц и туристского потока на 100-150

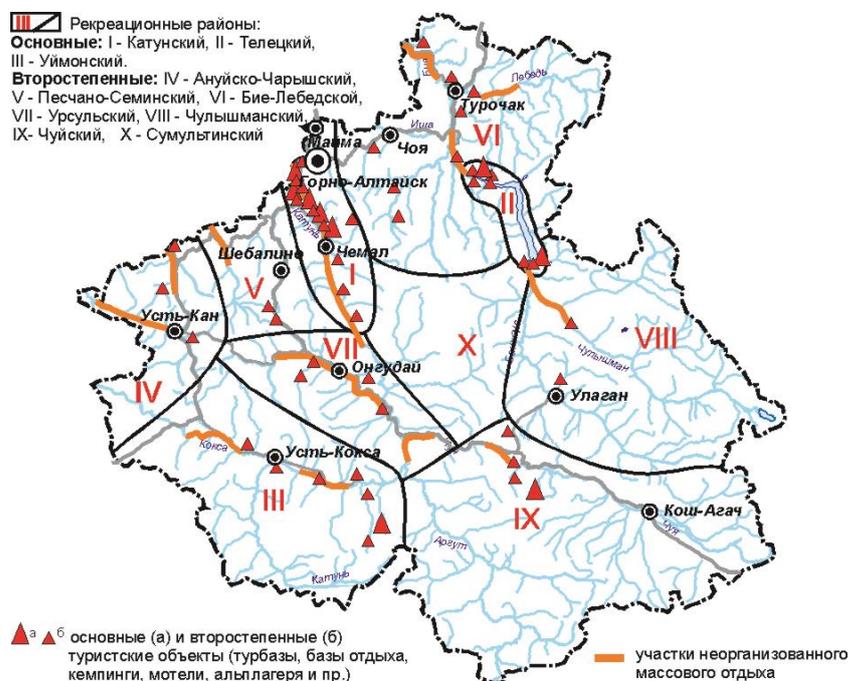


Рисунок 11 – Основные рекреационные районы РА [5, с изменениями]



Рисунок 12 – Схема размещения туробъектов и участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе тыс. чел. При сохранении такой динамики, число туробъектов (туркомплексы, турбазы, гостиницы, кемпинги, "зеленые дома" и пр.) к 2015 г. увеличится до 260 ед., а численность турпотока достигнет 1,9 млн. чел. [95]. В 2014 году его численность составила около 1,7 млн. чел. (рис. 13).

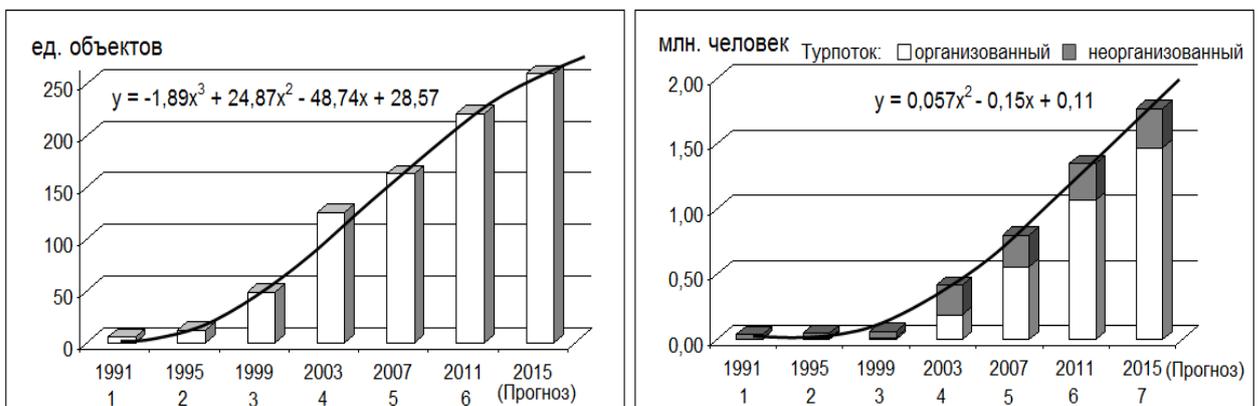


Рисунок 13 – Тренды роста туристского потока (справа) и туробъектов (слева)

в Республике Алтай в 1991-2015 гг.

Важной особенностью турпотока в РА является большая доля неорганизованных туристов (до 20-25 %), более 90 % которых являются автотуристами. Их высокая мобильность приводит к освоению ранее недоступных территорий.

Согласно прогнозу, составленному по данным Министерства туризма и предпринимательства РА, к 2015 г. доля неорганизованных туристов должна понизиться до 15-18 % (в 1991 г. – 85 %, в 2012 г. – 26 %) (рис. 13). В частности, на это указывает тренд структуры туристского транспортного потока, в которой доля коммерческой доставки автобусами туристов на территорию РА в 2012 г. практически сравнялась с количеством автотуристов (рис. 14).

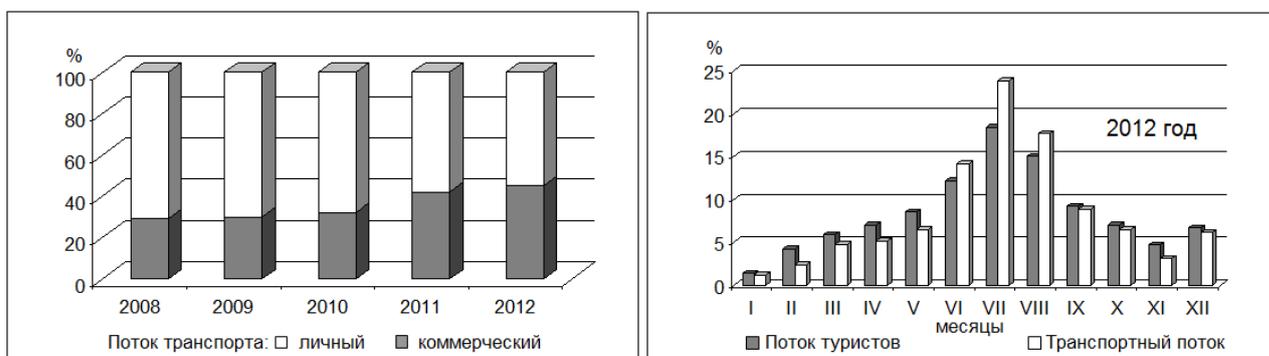


Рисунок 14 – Структура транспортного потока отдыхающих (слева) и его сезонное распределение (справа)

Другой особенностью турпотока на территории РА являются его ясно выраженный сезонный характер с пиком посещаемости в летние месяцы, особенно в выходные дни с благоприятной погодой, и небольшим увеличением в конце года (конец декабря – начало января). Это связано с увеличением продолжительности новогодних праздников и ростом инфраструктуры зимнего туризма.

Еще одной особенностью туризма на территории РА являются различия в отношении потока туристов и транспорта в теплый и холодный сезоны года. Так, во время туристского сезона (июнь-август) доля транспорта, а значит и неорганизованных автотуристов выше, чем организованных отдыхающих. В остальное время года наблюдается обратная картина (рис. 14).

Относительная близость центров Алтайского края и Республики Алтай, а также вхождение до 1991 г. республики в состав края, обуславливают их тесные социально-экономические взаимоотношения. Так, по данным министерства туризма и предпринимательства РА, в настоящее время отдыхающие из Алтайского края составляют до 80 % всего туристского потока республики.

Интенсивный рост туристского потока приводит к увеличению спроса на различные виды туристских услуг. Так, в 2014 г. в регионе было зарегистрировано порядка 350 различных маршрутов, из которых около 220 приходилось на туры спортивной направленности и активного отдыха. Среди последних преобладают водные, пешие и комбинированные туры, в меньшей степени, конные маршруты (рис. 15).

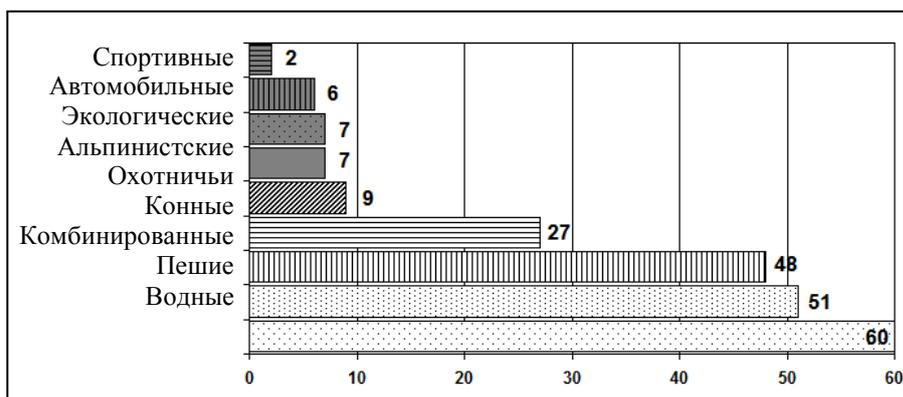


Рисунок 15 – Число основных зарегистрированных активных туров в РА в 2014 г.

Важно отметить, что наряду с постоянным ростом числа туристских объектов (до 240 в 2015 г.) увеличивается число мест круглогодичного размещения (5500 мест в 2015 г. или 40 % от их общего числа), что способствует уменьшению зависимости туротрасли республики от сезонов года (рис. 16).

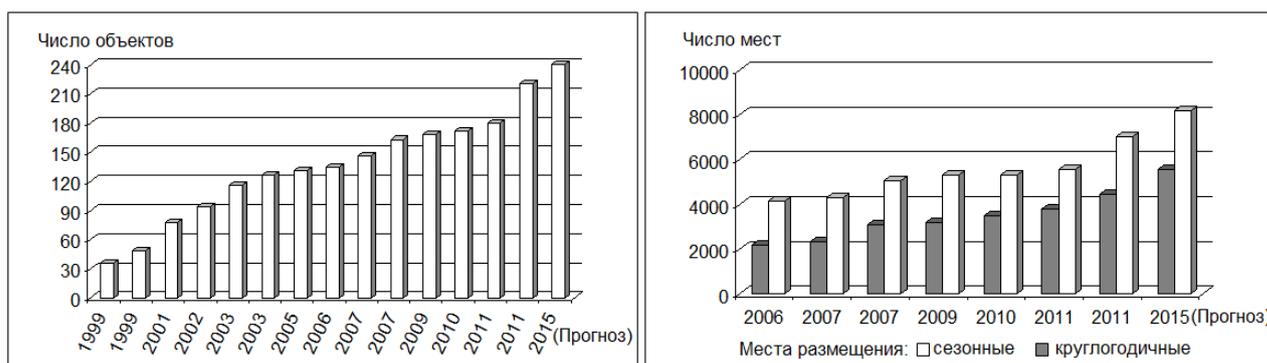


Рисунок 16 – Динамика роста туробъектов (слева) и их мест размещения (справа) в Республике Алтай

Снижение фактора сезонности туристской отрасли позитивно сказывается на занятости местного населения. В частности, в 2015 г. в сфере оказания туруслуг будет постоянно задействовано 5,5 тыс. чел. или 4,5 % трудоспособного населения РА (рис. 17), а с учетом занятости в смежных отраслях (сельское хозяйство, торговля, перевозки и др.) эта цифра возрастет, как минимум, в 3 раза.



Рисунок 17 – Занятость в туристской отрасли Республики Алтай

В последние годы общая площадь территории, переданной в установленном законодательством порядке турпредприятиям РА для осуществления ими рекреационных услуг, составляет порядка 1100-1200 га. Из них около 400 га являются землями населенных пунктов, а остальные представлены землями лесного фонда, находящимися в долгосрочной аренде.

2.4 Геоэкологические проблемы туристской отрасли и их изученность

В условиях нарастания потока отдыхающих основной проблемой туротрасли РА является сохранение рекреационных ландшафтов региона. Эта значимая в плане последствий проблема обусловлена как низкой экологической культурой туроператоров и рекреантов, так и неэффективным контролем надзорных органов за соблюдением природоохранного законодательства.

По многолетним данным различных надзорных органов, контролирующей деятельность турпредприятий, на территории Катунского рекреационного района имеют место следующие виды нарушений природоохранного законодательства: незаконная вырубка и повреждение деревьев и кустарников; несо-

блюдение режима водоохранных зон водных объектов и требований по охране водных объектов от загрязнения и истощения; несоблюдение требований в области земельного законодательства, обращения с отходами и др.

Турпредприятиями зачастую не соблюдаются условия договоров водопользования и лицензий на пользование поверхностными и подземными водами в части наблюдения за их состоянием. Нередки факты строительства и размещения объектов в охранной зоне водных объектов без проектной документации или не в соответствии с проектами, имеющими положительное заключение государственной экологической экспертизы, а также размещение выгребов в водоохранной зоне без учета требований по их герметичности (гидроизоляции).

По данным ОАО "Алтай-Гео", ведущим государственный мониторинг геологической среды, распространенным нарушением СанПиН 2.1.4.027-95 является несоблюдение требований по выделению зон санитарной охраны в местах водозабора подземных вод, используемых для питьевых и хозяйственно-бытовых целей. Из-за преобладающих небольших размеров туробъектов в этих зонах часто размещаются хозяйственно-бытовые постройки (бани, туалеты и т.д.), которые приводят к загрязнению подземных вод азотистыми соединениями и другими опасными для здоровья человека химическими веществами.

Негативные последствия присущи нерегулируемому и слабо контролируемому использованию в коммерческих целях охраняемых природных объектов. В результате посещения особо охраняемых природных территорий (в основном, памятников природы) и историко-культурных объектов (археологические памятники, петроглифические комплексы и т.д.) происходит их захламление, порча и разрушение. В частности, массовое посещение пещер туристско-экскурсионными группами приводит к разрушению и захламлению уникальных, но весьма хрупких спелеоэкосистем [126].

В настоящее время основные экологические проблемы рекреационного природопользования на территории региона связаны, главным образом, с большим потоком неорганизованных отдыхающих, контроль за которыми практически отсутствует, что приводит к захламлению рекреационных терри-

торий бытовым мусором, к нарушению земель и загрязнению почв, к порче и уничтожению растительного покрова и др.

Несмотря на неоднократно обсуждаемые вопросы экологических последствий рекреационного природопользования, в том числе проблемы бессистемной застройки туробъектами водоохраной зоны р. Катунь и негативного влияния "дикого" туризма, прикладных научных исследований по этой тематике в регионе до последнего времени практически не проводилось.

Из немногочисленных работ в этом направлении можно отметить следующие. В 2003 г. Горно-Алтайским университетом в рамках работы над проектом "Схема развития и размещения объектов туризма в Республике Алтай до 2020 года" проведена оценка рекреационных нагрузок и дигрессии участков массового отдыха, расположенных вблизи турбаз "Белый камень", "Барс" и "Зеленый дракон" в Майминском районе РА. Установлено, что эти территории характеризуются высокими уровнями рекреационной дигрессии почвенно-растительного покрова при относительно невысоких нагрузках (1,5 чел./га).

Проблема визуально проявленных экологических последствий антропогенеза в водоохранной зоне р. Катунь на территории Майминского района частично освещена в коллективной монографии [85]. В частности, в ней охарактеризовано негативное воздействие не только неорганизованной рекреации, но и автотранспорта, перевыпаса скота, рубок леса и пр.

Имеется также ряд работ по оценке состояния других природных объектов РА, используемых в рекреационных целях, в частности, бассейна р. Актру [89], озера Голубое в Кош-Агачском районе [87], отдельных рекреационных зон в Усть-Коксинском районе [106], экологических троп на территории Алтайского государственного природного заповедника [50].

Более изучены проблемы рекреационного природопользования на сопредельной с РА территории Алтайского края. Так, для него О.П. Николаевой [66, 67] проведена оценка устойчивости и норм допустимого рекреационного использования природных комплексов. Нормы допустимых рекреационных нагрузок на территории ООПТ края оценены И.В. Андреевой и И.Н. Ротановой

[6]. Н.Г. Прудниковой и М.А. Клюкиным [43, 86, 87] были оценены нагрузки и экологическое состояние акватории и прибрежных территорий некоторых озер Алтайского края и Республики Алтай.

Несмотря на пространственную сопряженность края и республики, их отличают как природные условия (в РА преобладают горные ландшафты с более низкой по сравнению со степными ландшафтами устойчивостью к рекреационному воздействию), так и инфраструктурные особенности туристской отрасли.

Первая специализированная работа по оценке экологических последствий рекреации в водоохранной зоне рек Катунь проведена с участием автора в 2006-2010 гг. Алтайским региональным институтом экологии МПР РА. В процессе этой работы обследовано экологическое состояние 57 участков неорганизованного массового отдыха, определены фактические рекреационные нагрузки и стадии рекреационной дигрессии почвенного покрова на их территории.

На втором этапе (2011-2014 гг.) вышеотмеченная работа носила характер углубленного изучения геоэкологических последствий неорганизованного массового отдыха на 10 детальных участках, репрезентативных для территории Катунского рекреационного района. Основные результаты этого исследования изложены в настоящей работе.

2.5. Особенности неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района

Существующие на территории РА участки массового отдыха в зависимости от уровня их обустроенности для целей рекреации можно разделить на организованные, частично организованные и неорганизованные (рис. 18).



Рисунок 18 – Виды объектов массового отдыха на территории Республики Алтай
1 – неорганизованные (стоянка самодельных туристов), 2 – частично организованные (караван-парк), 3 – организованные (турбаза)

Основными критериями этого деления выступают тип застройки, наличие необходимой инфраструктуры, уровень обустройства дорожно-тропиночной сети и пр. Так, участки неорганизованной рекреации будут характеризоваться отсутствием или минимальным уровнем обустройства территории, а объекты организованной рекреации соответственно максимальным его уровнем (табл. 11).

Таблица 11 – Характеристика участков массового отдыха в Республике Алтай

Показатели организации	Объекты массового отдыха		
	организованные	частично организованные	неорганизованные
Тип туробъектов	Туристские базы	Кемпинги, караван-парки	Отсутствуют
Использование	Постоянное, сезонное	Сезонное	Сезонное
Тип строений	Капитальные, временные	Временные	Отсутствуют
Наличие ограждения	Имеется	Имеется, чаще отсутствует	Отсутствует
Наличие автостоянок	Имеются	Отсутствуют	Отсутствуют
Наличие покрытия*	Имеется, реже отсутствует	Чаще отсутствует	Отсутствует
Сбор и вывоз отходов	Вывоз ТБО, реже ЖКО	Вывозится ТБО	Не осуществляется

* – асфальтовое или гравийное покрытие автостоянок и дорожно-тропиночной сети

Частично организованные и неорганизованные участки массового отдыха, как правило, приурочены к водоохранным зонам водных объектов, находящихся вблизи автодорог, легко доступных и удобных для пикниковой и бивуачной (с ночлегом) форм неорганизованной рекреации. Так, в настоящее время в водоохранной зоне р. Катунь в пределах КРР насчитывается около 60 разных по площади участков неорганизованного массового отдыха (рис. 12).

Примечательно, что для всех этих участков рекреации характерны в целом однотипные изменения биогеоценозов, связанные с формированием в процессе массового отдыха рекреационных зон с линейными, площадными и точечными функциональными объектами (элементами).

К линейным объектам рекреационных зон относятся съезды с автомагистралей, грунтовые дороги и пешеходные тропы. Основным площадным объектом является туристская стоянка с такими точечными элементами как обеденная, палаточная и игровая подзоны, места кострищ и пр. (рис. 19).

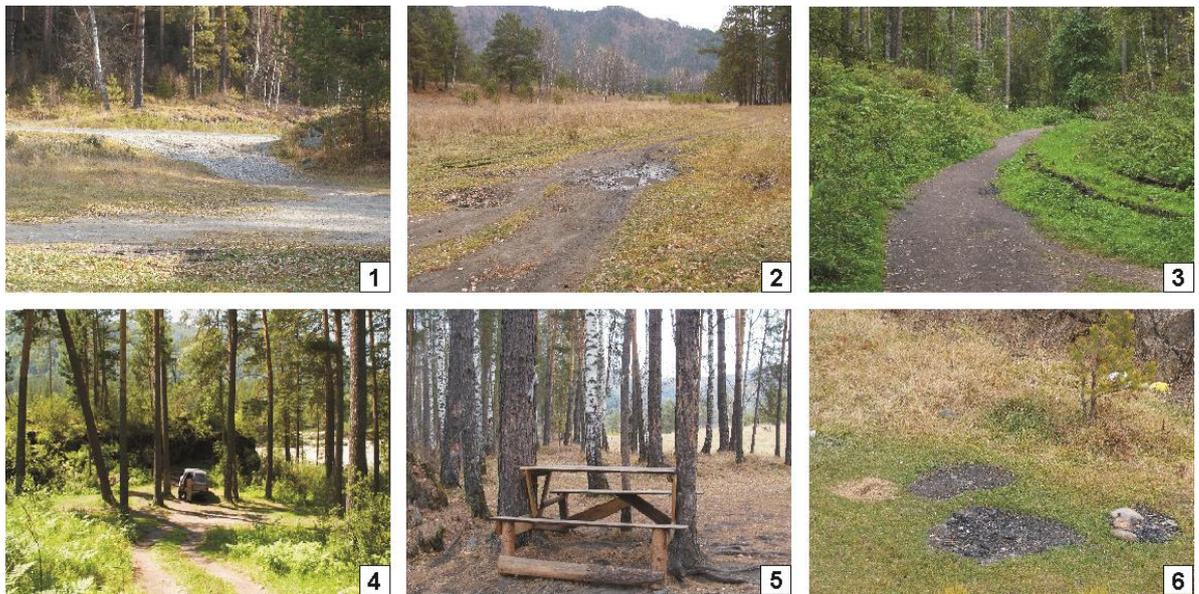


Рисунок 19 – Функциональные элементы участков неорганизованного отдыха 1-3 – линейные элементы: съезд с автомагистрали (1), грунтовая подъездная дорога к участку рекреации (2), туристская тропа (3); 4 – площадной элемент: туристская стоянка, 5-6 – точечные элементы стоянок: "обеденная" зона (5), зона кострищ (6)

На большинстве участков рекреации вышеотмеченные функциональные объекты (элементы) носят характер вкраплений в "матрицу" слабо или практически не измененного природного ландшафта. В то же время на наиболее посещаемых участках массового отдыха эти рекреационные объекты (элементы) преобладают, поэтому в качестве "вкраплений" выступают останцы неизмененных ландшафтов в виде куртин с типичной (аборигенной) растительностью. Последние представляют собой "островки" лесных видов трав, сохраняющихся вокруг стволов деревьев или в подлеске, состоящем из плотного кустарника.

Функциональные элементы рекреационных зон нередко выражаются в наличии лесной мебели (навесы, столы, скамейки), столбов, кольев и пр. Как правило, они имеют разный уровень дигрессии почвенно-растительного покрова, максимальным проявлением которой являются дорожные колеи, тропы, кострища и другие вытопанные и/или нарушенные локальные участки.

В то же время палаточная подзона представляет наименее визуально выраженный элемент участков рекреации, приуроченный, в основном, к олуговелым участкам леса иногда с частично сохранившимся аборигенным травостоем.

Формирование вышеотмеченных функциональных объектов рекреационных зон чаще связано с деятельностью рекреантов по организации полевого

быта. Нередко встречается вариант их целенаправленного, но частичного обустройства арендаторами рекреационных участков. В обоих случаях оформление рекреационных подзон с определенным функциональным назначением благоприятно сказывается на состоянии природных комплексов участков рекреации.

Особенности распределения функциональных элементов относительно друг друга и их количество на участках рекреации обусловлены рядом причин. Основной из них является фактор тяготения рекреантов к водному объекту, что определяет узость участков – 10-50 м при средней ширине 20-25 м (рис. 20).

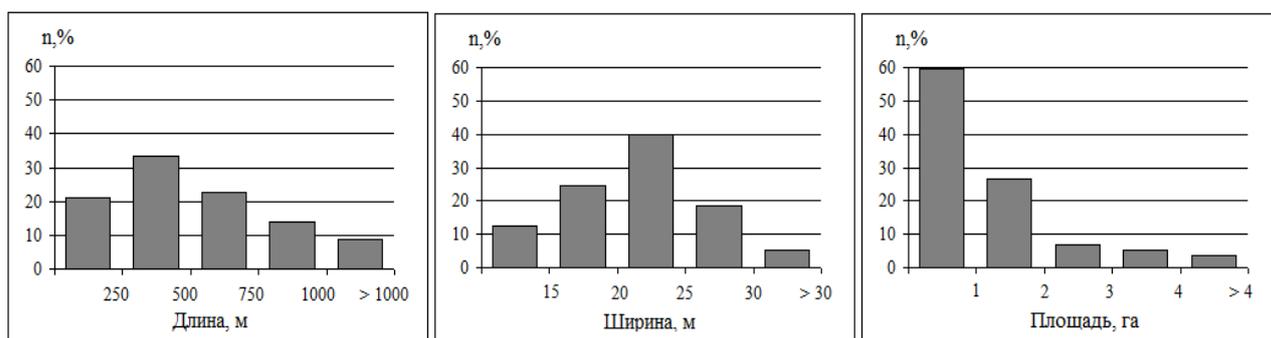


Рисунок 20 – Частота встречаемости размеров участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

В свою очередь длина участков рекреации (максимальная до 2 км) и соответственно их площадь зависят, в основном, от величины рекреационных нагрузок. Поскольку стоянки неорганизованных туристов размещаются вдоль берега, прирост длины и площади участков массового отдыха происходит, главным образом, за счет увеличения их протяженности. Установленные пространственные и инфраструктурные особенности участков неорганизованной рекреации позволяют выделить среди них 4 основных морфологических типа: площадной, линейно-площадной, линейный и точечный.

Площадной тип участков имеет максимальную в Катунском районе площадь и ширину – до 3-5 га и до 40-60 м соответственно. Турстоянки на них скучены вдоль подъездной грунтовой дороги, типичная растительность сохраняется только на их периферии. В отличие от него, линейный лентовидный тип участков имеет четко выраженную ось дороги с прилегающими к ней единичными стоянками, разобщенными сохранившимися куртинами подроста и под-

леска. Промежуточный между этими типами участков массового отдыха линейно-площадной тип характеризуется максимальным скоплением стоянок туристов вдоль реки и единичными стоянками на удалении от нее (рис. 21).

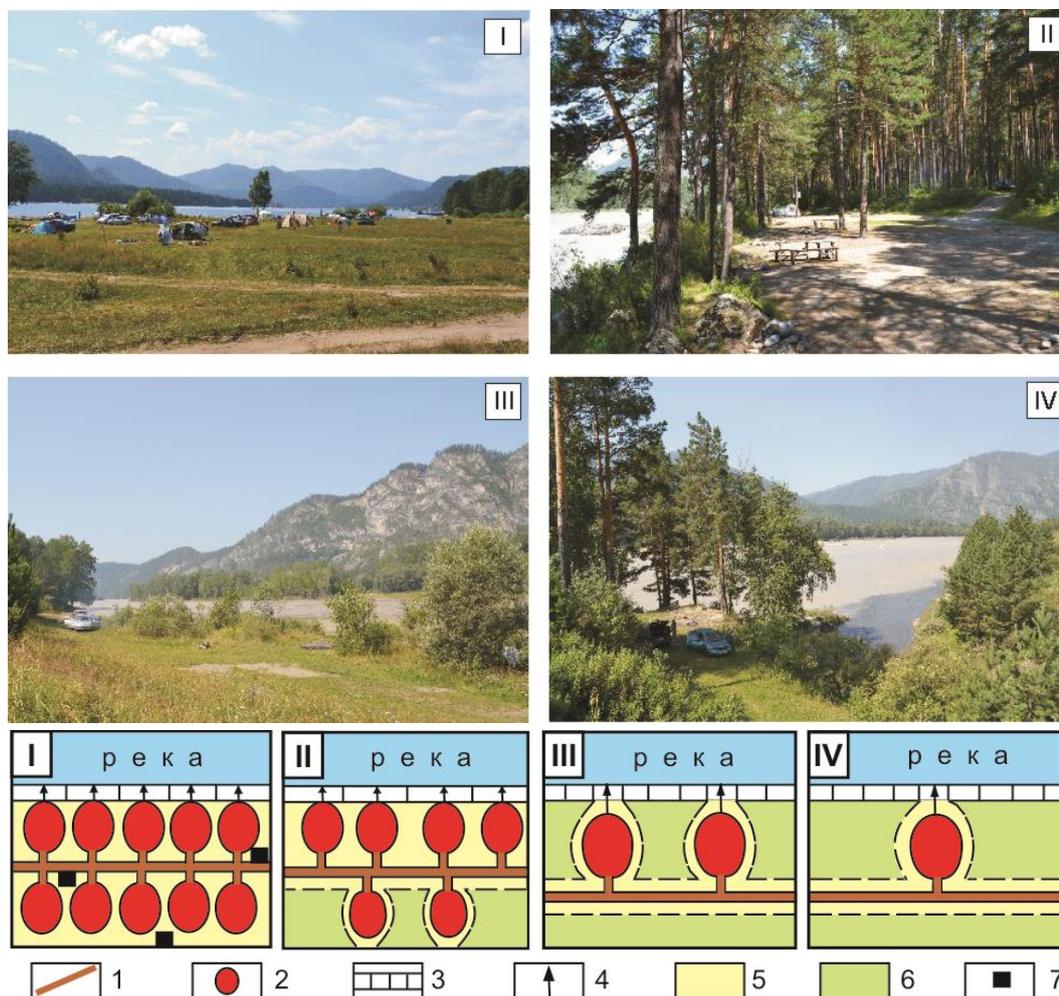


Рисунок 21 – Основные типы участков неорганизованного массового отдыха
 Типы участков: I – площадной, II – линейно-площадной, III – линейный, IV - точечный
 1 – грунтовые дороги, 2 – стоянки, 3 – уступ террасы, 4 – спуски к реке, 5-6 – территории: рекреационного воздействия (5), фоновые (6), 7 – объекты рекреационной инфраструктуры

На точечных участках площадью до 0,1 га зона рекреационного воздействия представлена единичной турстоянкой. Такие участки чаще всего появляются в труднодоступной или значительно удаленной от дорог местности.

В настоящее время на территории КРР среди объектов неорганизованного массового отдыха преобладают участки линейного типа со средней площадью 0,8 га и шириной 20-25 м (табл. 12). В случае усиления интенсивности рекреационных нагрузок возможен переход многих из них к более крупным морфологическим типам участков. При этом наиболее вероятна следующая последова-

тельность их преобразования: точечный участок в линейный; линейный в линейно-площадной; линейно-площадной в площадной тип.

Таблица 12 – Морфометрические показатели основных типов участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели	Типы участков			
	I. Площадной	II. Линейно-площадной	III. Линейный	IV. Точечный
Доля от общего числа, %	17,5	22,8	49,2	10,5
Площадь: сред./max, га	3,5/4,6	1,3/2,0	0,8/1,2	0,1/0,3
Ширина: сред./max, м	35/60	25/40	20/30	15/20

Последние виды преобразования участков неорганизованной рекреации нежелательны, поскольку пространственная организация участков линейного типа более рациональна. Она позволяет посредством вышеотмеченных куртин сохранять естественную растительность и подрост ценозообразующих пород. При этом подлесок, состоящий преимущественно из кустарника, препятствует разрастанию нарушенных территорий и выступает прямым регулятором рекреационной емкости участков массового отдыха.

Глава 3 Объекты и методы исследования

Фактический материал проведенного исследования получен в процессе экологического обследования участков массового неорганизованного отдыха в КРР, выполненного с участием автора в 2006-2014 гг. ИВЭП СО РАН и АУ РА "Алтайский региональный институт экологии".

Методологической основой исследования послужили основные принципы и подходы к оценке экологического состояния рекреационных территорий,

изложенные в трудах Р.А. Карписоновой (1967), Н.С. Казанской и др. (1977), И.В. Тарана и др. (1977), В.П. Чижовой (1976, 2011), Э.А. Репшаса (1990), Cole, David N. (1989, 2013), Liddle M. J. (1997), а также в отраслевых нормативно-методических документах [62, 71, 72, 73 и др.] и санитарно-эпидемиологических правилах и нормах, в частности, в СанПиН 2.1.7.1287-03.

В процессе подготовки работы применялись сравнительно-географический, ландшафтно-индикационный, картографический, биогеохимический, статистический и геоинформационный методы исследования.

3.1 Объекты изучения

Объектом исследования явились рекреационные горно-лесные ландшафты долины р. Катунь на территории КРР, а предметом изучения – геоэкологические характеристики почвенного покрова на участках неорганизованного массового отдыха этого района, в т. ч. физические свойства и химический состав почв, биофизические и морфометрические показатели древесных видов, а также тренды их изменения под воздействием рекреации

Всего в процессе исследования с разной степенью детальности было изучено 57 участков неорганизованного отдыха, в частности, проведено их рекогносцировочное обследование, определены фактические рекреационные нагрузки и экологическое состояние компонентов окружающей среды. Детальное изучение особенностей почвенно-растительного покрова проведено на 10 типовых участках неорганизованной рекреации, находящихся в водоохранной зоне р. Катунь в Майминском и Чемальском районах (рис. 22).

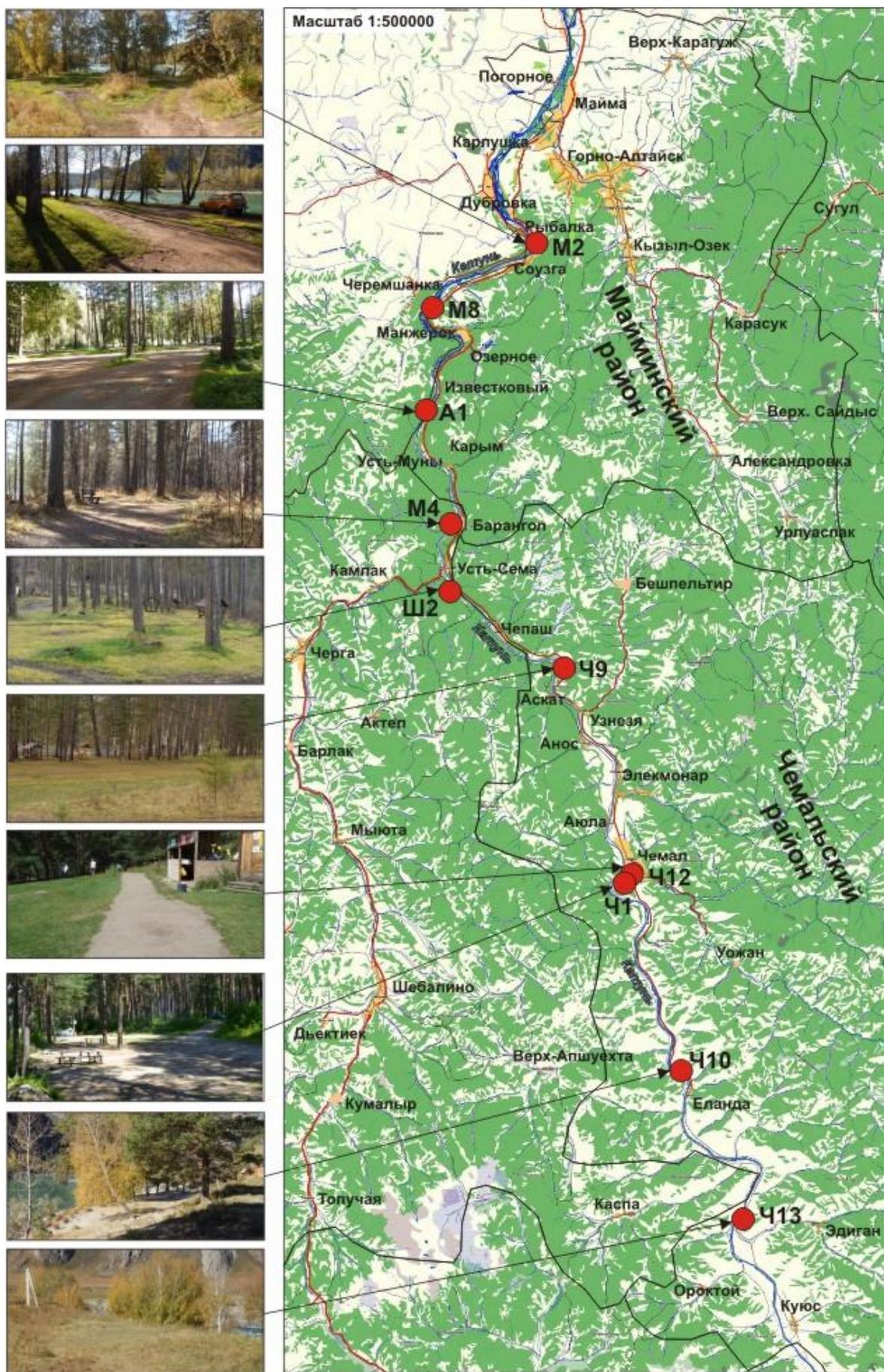


Рисунок 22 – Местоположение и общий вид детально изученных участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Одновременно проводилось изучение почвенно-растительного покрова на сопряженных с ними контрольных площадках с неизменными природными ландшафтами (1 стадия рекреационной дигрессии).

Детально изученные участки неорганизованного массового отдыха были выбраны с учетом следующих требований к их репрезентативности: а) охват водоохранной зоны р. Катунь и приустьевых частей ее основных притоков на всей территории КРР для учета изменений его природных условий при движении вниз по течению реки; б) отражение всех проявленных стадий дигрессии почвенного покрова; в) наличие площадных и линейных объектов рекреации; г) отражение всего диапазона фактических рекреационных нагрузок.

Восемь из десяти детально изученных участков неорганизованного массового отдыха представлены площадными объектами и два участка – линейными объектами (тропами). Из площадных объектов основным по объему и спектру проведенных исследований является участок М8 "Черемшанка" вблизи одноименного села, а из линейных объектов – тропа от турбазы "Царская охота" к Камышлинскому водопаду (объект М4).

На этих участках преобладает 2-я и 3-я стадии дигрессии почвенно-растительного покрова. Максимальный уровень рекреационной дигрессии (4-я стадия) и годовых нагрузок (9-11,9 чел./га) проявлен на туристских тропах к Камышлинскому водопаду (М4) и к Чемальской ГЭС (Ч12) (табл. 13).

Таблица 13 – Характеристика детально изученных участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

№ участка	Площадь, га; (длина, км)	Стадия дигрессии от-до (средняя)*	Число отдыхающих (автомобилей)		Нагрузка, чел./га	
			будни	выходные	сезонная	годовая
М2	0,2	2-4 (3)	10 (3)	25 (8)	15	3,3
М8	0,3	2-4 (3)	20 (7)	50 (17)	13	2,9
А1	0,6	1-3 (2)	50 (17)	150 (50)	27	5,9
М4	(2,2)	4-5 (4)	300	500	41	9,0
Ш2	0,8	2-4 (3)	50 (17)	150 (50)	30	6,6
Ч9	0,3	1-3 (2)	15 (5)	30 (10)	19	4,2
Ч12	(1,0)	4-5 (4)	400	800	54	11,9
Ч1	0,3	2-4 (3)	10 (3)	30 (10)	11	2,4
Ч10	0,3	1-3 (2)	15 (5)	30 (10)	19	4,2
Ч13	0,2	1-2 (2)	5 (2)	10 (3)	9	2,0

* – по ОСТ 56-100-95

3.2 Методика и объемы работ

Проведенные исследования состояли из подготовительного, полевых и камеральных этапов, последние из которых включали лабораторные работы. На подготовительном этапе проводилось изучение и обобщение опубликованных и фондовых материалов по экологическому состоянию окружающей среды на рекреационных территориях, анализ существующих методик его оценки и их адаптация к условиям Катунского рекреационного района.

Первый этап полевых работ (2006-2010 гг.) включал рекогносцировочное обследование участков неорганизованного массового отдыха, в ходе которого были определены фактические рекреационные нагрузки и стадии рекреационной дигрессии напочвенного покрова.

Для определения фактической рекреационной нагрузки в соответствии с методикой [16], упрощенной в плане ее расчетов, проводились моментные учеты в будни и выходные дни с комфортной и дискомфортной погодой утром, в полдень и вечером. На каждом участке рекреации определяли число отдыхающих и автомобилей в момент наблюдений.

С учетом того обстоятельства, что неорганизованный массовый отдых на территории КРР имеет четко выраженный сезонный характер, все учеты велись в теплый период года (конец мая – начало октября) и включали по 7 дней наблюдений (календарная неделя) в начале, середине и конце сезона.

Установленные на первом этапе стадии рекреационной дигрессии изученных участков носят интегральный характер, учитывающий площадь и степень дигрессии входящих в них функциональных рекреационных зон (элементов, объектов) и вмещающего их неизменного или слабоизмененного исходного ландшафта (вмещающей "матрицы"). Они рассчитывались как средневзвешенные на площадь значения стадий дигрессии присутствующих на участке функциональных зон и определялись по относительной доле вытоптанного напочвенного покрова [73]: 1 стадия – менее 1 %, 2 стадия – 1-5 %; 3 стадия – 5-10 %; 4 стадия – 10-25 %, 5 стадия – более 25 %.

Кроме отмеченного, на первом этапе полевых работ была проведена оценка текущего состояния рекреационных ландшафтов с позиций их пейзажно-эстетической ценности, механической нарушенности и устойчивости к рекреационным нагрузкам.

Пейзажно-эстетическая ценность рекреационных ландшафтов определялась по шкале Д.А. Дирина [23], адаптированной к местным природным условиям и специфике оценки в условиях визуально ограниченного пространства. В частности, использовалось 8 критериев балльной оценки эстетической ценности пейзажей и 2 критерия, характеризующие репеллентные свойства местности – нарушенность почвенно-растительного покрова и наличие отходов.

На основе равномерного ранжирования интегрального балла выделено 5 категорий пейзажно-эстетической ценности природных ландшафтов (табл. 14, 15).

Таблица 14 – Критерии оценки и категории пейзажно-эстетической ценности природных ландшафтов на участках неорганизованного массового отдыха

№ п/п	Критерии оценки пейзажно-эстетической ценности природных ландшафтов	Баллы
1	Структурно-вещественное разнообразие компонентов ландшафтов	1-3
2	Цветовой спектр	0-3
3	Наличие и количество пейзажно-композиционных узлов	0-3
4	Наличие и количество композиционных осей	0-2
5	Наличие пейзажных кулис	0-2
6	Глубина и разнообразие перспектив	0-2
7	Залесенность, %	0-3
8	Наличие водных объектов	0-3
9	Площадная механическая нарушенность почвенно-растительного покрова	3-0
10	Наличие отходов жизнедеятельности рекреантов	3-0

Таблица 15 – Категории пейзажно-эстетической ценности ландшафтов

Класс ценности	Категории пейзажно-эстетической ценности	Интегральный балл	Удельная пейзажно-эстетическая ценность, %
I	Наиболее ценные пейзажи	более 22	85-100
II	Высокоценные пейзажи	18-22	67-84
III	Среднеценные пейзажи	13-17	48-66
IV	Малоценные пейзажи	8-12	30-47
V	Наименее ценные пейзажи	менее 8	менее 30

Авторский подход к оценке механической нарушенности природных ландшафтов основан на учете комплекса показателей деградации почвенно-

растительного покрова, используемых при диагностике стадий рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов [26, 37, 73, 118]. Использована балльная оценка (от 0 до 3 баллов) следующих основных показателей – нарушенность микрорельефа, нарушенность и захламленность почв, нарушенность растительного покрова и степень обустроенности участка.

Ранжирование суммарного балла уровней механической нарушенности ландшафтов на участках неорганизованного массового отдыха позволило выделить пять классов нарушенности ландшафтов – от условно ненарушенных (I класс) до очень сильно нарушенных (V класс) с удельным весом нарушений более 83 % (табл. 16, 17).

Таблица 16 – Показатели и классы механической нарушенности ландшафтов на участках неорганизованного массового отдыха

№ п/п	Показатели нарушенности	Степень нарушенности (оценка в баллах)			
		отсутствует (0)	слабая (1)	средняя (2)	сильная (3)
Механическая нарушенность микрорельефа					
1	Удельная площадь антропогенных микроформ рельефа, %	< 1	1-5	5-10	> 10
2	Доля водно-эрозионных микроформ рельефа от площади участка, %	< 1	1-5	5-10	> 10
Нарушенность и захламленность почвенного покрова					
3	Доля почвенного покрова, вытоптанного до минерального слоя, %	< 1	1-5	5-10	> 10
4	Удельная площадь кострищ, мест размещения ТБО и др., %	0	< 1	1-5	> 5
Нарушенность растительного покрова					
5	Уменьшение проективного покрытия по сравнению с фоном, %	< 5	5-10	10-20	> 20
6	Проявленность повреждений древесных видов, % от общей численности	< 5	5-10	10-20	> 20
7	Доля участков с сохранившимся подростом и подростом, %	< 5	5-10	10-20	> 20
Степень обустроенности участков рекреации					
8	Удельная площадь объектов обустройства, % от площади участка	< 1	1-5	5-10	> 10

Таблица 17 – Классы механической нарушенности природной ландшафтов

Классы нарушенности	Механическая нарушенность природных ландшафтов	
	суммарная, балл	удельная, %
I. Не нарушенные	менее 5	менее 21
II. Слабо нарушенные	5-9	21-41
III. Умеренно нарушенные	10-14	42-61
IV. Сильно нарушенные	15-19	62-82
V. Очень сильно нарушенные	более 19	83-100

Авторский подход к оценке устойчивости природных ландшафтов к рекреационным нагрузкам основан на комплексе показателей потенциальной устойчивости почв и древостоя, приведенных в [37, 120, 88], а также на использовании шкалы оценки биологической устойчивости насаждений [71].

Так, для оценки степени устойчивости лесных ландшафтов использована балльная оценка (1-3 балла) 11 показателей, объединенных в три группы – характер и нарушенность рельефа, характер почвенного покрова, характер и состояние растительного покрова. Ранжирование суммарного балла позволило выделить пять классов устойчивости ландшафтов к рекреационным нагрузкам на участках неорганизованного массового отдыха – от очень высокой (I класс) до крайне низкой (V класс) (табл. 18, 19).

Таблица 18 – Показатели устойчивости лесных ландшафтов к рекреационным нагрузкам на участках неорганизованного массового отдыха

№ п/п	Показатели устойчивости	Степень устойчивости (оценка в баллах)		
		низкая (1)	средняя (2)	высокая (3)
Характер и нарушенность рельефа				
1	Уклон поверхности, градусов	6-10	2-5	< 2
2	Уровень изрезанности поверхности, %	> 10	3-10	< 3
3	Степень развития дорожно-тропиночной сети, %	> 10	5-10	1-5
Характер почвенного покрова				
4	Влажность, состояние	мокрая, сырая	влажная, сухая	свежая
5	Механический состав, состояние	песчаный, глинистый	промежуточный	суглинистый
6	Мощность гумусового горизонта, дернины и подстилки, см	< 25	25-45	> 45
7	Близость коренных пород, м	< 0,5	0,5-1,5	> 1,5
Характер и состояние растительного покрова				
8	Уровень дигрессии природного комплекса, стадия	1, 2, 4, 5	3 (начальная)	3 (стабилизированная)
9	Возраст древостоя, категория	молодняк, перестойный	средневозрастной, приспевающий	спелый
10	Обилие возобновления, балл	1	2-3	4
11	Биологическая устойчивость лесных насаждений, класс	3	2	1

Таблица 19 – Классы устойчивости лесных ландшафтов на территории КРР

Классы устойчивости	Устойчивость природных ландшафтов	
	суммарная, балл	удельная, %
I. Устойчивость очень высокая	более 27	85-100
II. Устойчивость высокая	20-27	61-84
III. Устойчивость средняя	12-19	36-60
IV. Устойчивость низкая	5-11	15-35
V. Устойчивость крайне низкая	менее 5	менее 15

Экологическое состояние рекреационных ландшафтов КРР оценивалось также по применяемому в США методу диагностики классов состояния кемпингов [159], который является элементом метода оценки предельно допустимых изменений природных ландшафтов под воздействием рекреации [143].

Классы состояния природных ландшафтов на участках неорганизованного массового отдыха оценены по пятибалльной шкале для шести показателей состояния растительного покрова и двух показателей рекреационной нарушенности территории. Ранжирование суммарного балла позволило выделить пять классов состояния природных ландшафтов в КРР – от условно не измененного (I класс) до очень сильно измененного состояния (V класс) (табл. 20, 21).

Таблица 20 – Показатели состояния природных ландшафтов на участках массового отдыха в Катунском рекреационном районе [120, с изменениями]

<p>Густота растительности (относительно контрольного участка)</p> <p>1 – та же, что и на контрольном участке 2 – слабо сниженная (на 5-10 %) 3 – умеренно сниженная (на 10-30 %) 4 – сильно сниженная (на 30-60%) 5 – очень сильно сниженная (на 60-100%)</p>	<p>Состав растительности (доля аборигенных видов растений)</p> <p>1 – практически аборигенный (более 90 %) 2 – слабо сниженный (60-90 %) 3 – умеренно сниженный (30-60 %) 4 – сильно снижен (10-30%) 5 – аборигенных видов менее 10 %</p>
<p>Площадь, лишённая растительности</p> <p>1 – незначительная (до 2 м²) 2 – небольшая (2-10 м²) 3 – слабо повышенная (10-40 м²) 4 – умеренно повышенная (40-100 м²) 5 – сильно повышенная (более 100 м²)</p>	<p>Состояние лесной подстилки</p> <p>1 – то же, что и на контрольном участке 2 – слабо нарушенное 3 – сильно нарушенное 4 – подстилка в основном отсутствует 5 – подстилка полностью отсутствует</p>
<p>Степень повреждения древостоя</p> <p>1 – незначительная (менее 5 %) 2 – слабая (5-10 %) 3 – умеренная (10-25 %) 4 – высокая (25-50 %) 5 – очень высокая (более 50 %)</p>	<p>Наличие подроста и подлеска</p> <p>1 – на площади более 90 % 2 – на площади 50-90% 3 – на площади 10-50 % 4 – на площади менее 10 % 5 – отсутствует</p>
<p>Развитие тропиной сети</p> <p>1 – слабо различима 1 тропа 2 – слабо и ясно различимы по 1-ой тропе 3 – слабо и ясно различимы по 2 тропы 4 – слабо и ясно различимы по 3 тропы 5 – более 3 ясно различимых троп</p>	<p>Проявленность следов рекреации</p> <p>1 – очень слабая 2 – слабая 3 – умеренная 4 – сильная 5 – очень сильная</p>

Таблица 21 – Классы состояния природных ландшафтов на участках неорганизованного массового отдыха КРР

Состояние природных ландшафтов	Среднеарифметический класс состояния
I. Условно не измененное	1,0-1,50
II. Слабо измененное	1,51-2,50
III. Умеренно измененное	2,51-3,50
IV. Сильно измененное	3,51-4,50
V. Очень сильно измененное	4,51-5,0

Примечание: цифры 1-5 означают классы состояния ландшафтов и их компонентов

Второй этап полевых работ (2011-2014 гг.) включал изучение характеристик почвенно-растительного покрова участков неорганизованного массового отдыха и сопряженных с ними контрольных (условно фоновых) площадок. Для этого в соответствии с [72] в их пределах закладывались временные пробные площадки, размер которых подбирался в зависимости от рельефных особенностей местности и площади участков рекреации.

На пробных площадках проводилось таксационное и ботаническое описание лесных биоценозов, изучение почвенных разрезов, отбор проб почв и образцов древостоя, измерения их физических свойств (рис. 23).

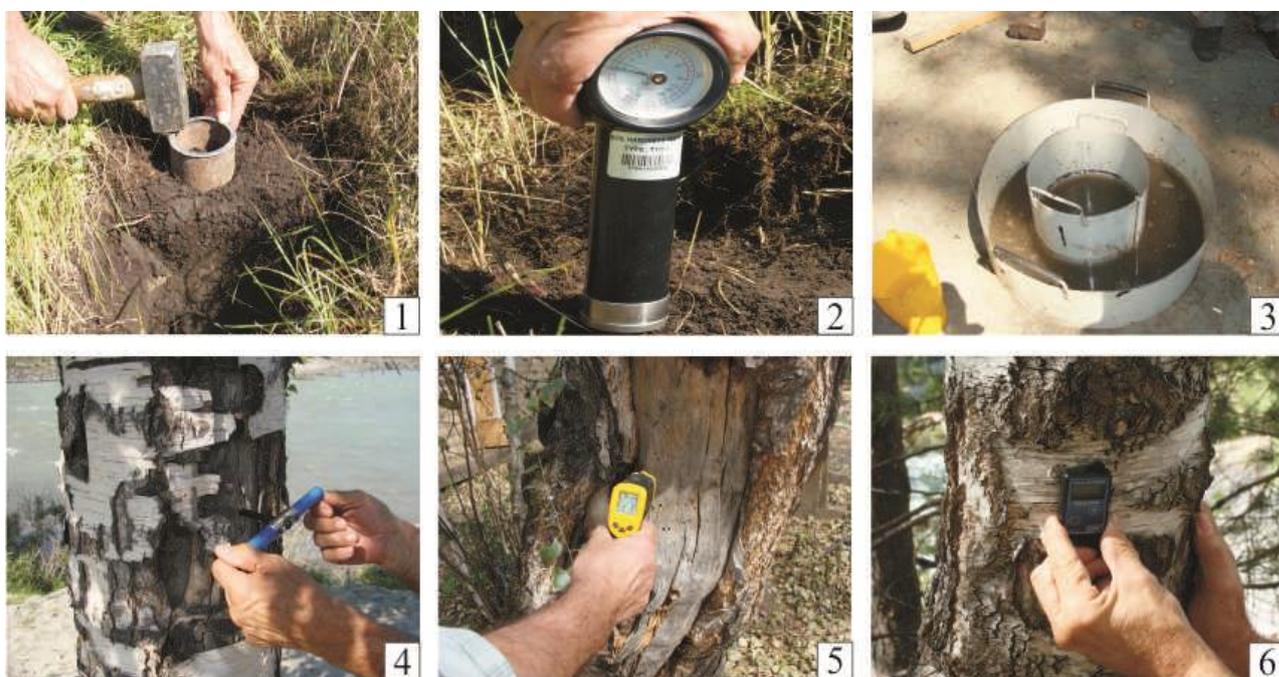


Рисунок 23 – Отбор проб и измерение физических свойств почв (вверху) и древостоя (внизу) на участках массового отдыха

1 – отбор почвенных проб методом кольца; 2 – измерение твердости почв; 3 – изучение водопроницаемости почв; 4 – отбор образцов керна березы; 5-6 – измерение температуры (5) и влажности (6) стволов деревьев.

Наиболее детально были изучены почвы и древостой пробных площадок, являющиеся основными реципиентами рекреационного воздействия. В меньшей степени были изучены лесная подстилка, травостой, подрост и подлесок.

Полевое и лабораторное изучение этих компонентов проведено для большого спектра показателей их экологического состояния: в том числе физические

свойства, химический состав, микробиологические показатели почв; морфометрические, биофизические, биохимические параметры древостоя (табл. 22).

Таблица 22 – Спектр изученных свойств и показателей состояния компонентов природной среды на участках неорганизованного массового отдыха

Изученные свойства и состав почв				
Физические		Химический состав		Микробиологические
Температура, твердость, плотность слоения, плотность твердой фазы, пористость, пористость аэрации, влажность, магнитная восприимчивость, мехсостав, фильтрационные свойства		ЕКО, рН, солесодержание, карбонатность, гумус, обменный кальций и калий, фосфаты, нитраты, нефтепродукты, содержание 38 химических элементов		Присутствие патогенной микрофлоры и паразитов, целлюлозолитическая активность
Изученные характеристики древесных видов				
Таксационные	Морфометрические	Биофизические	Биохимические	
Длина кроны, жизненное состояние, проективное покрытие, радикальный прирост	Билатеральная асимметрия листовой пластинки, длина хвои и осевых побегов, число хвоинок и поврежденной хвои	Температура ствола и корнеобитаемого слоя, влажность ствола и корней	Содержание в золе 38 химических элементов	

Почвы участков неорганизованного массового отдыха были изучены в 48 почвенных прикопах глубиной до 0,3-0,5 м (в т. ч. 14 прикопов на контрольных площадках), заложенных в разных функциональных зонах (дороги, тропы, стоянки и пр.). В них послойно через 10 см до глубины 30(50) см методом кольца было отобрано 146 почвенных проб (в т. ч. 42 пробы на контрольных участках). Во всех прикопах на поверхности и глубинах 10, 20, 30(50) см с помощью экспресс-анализаторов проведены замеры температуры и твердости почвы.

Количество и расположение прикопов на участках зависело от их площади (длины), числа функциональных рекреационных зон и природных особенностей. Среднее количество прикопов на участках составило 3,4 при вариациях от 2 до 5 штук, а количество взятых в них проб – 10,4 при вариациях 6-15 штук.

Для уточнения характера и направленности изменений свойств и состава почв были проведены их исследования в профильном варианте на одном объекте площадного (участок М8) и линейного (М4) типа. Первый из них изучен по 5 профилям через 10 м с шагом прикопов 5 м. Камышлинская тропа была изучена по 10 прикопам на продольном профиле с шагом 200 м и по 9 прикопам на детальном поперечном профиле с шагом между ними 0,5-2 м (рис. 24).



Рисунок 24 – Пункты опробования почв и древостоя на линейном объекте М4 "Камышлинская тропа"

Всего на этих профилях с шагом 5-10 см до глубины 30-50 см проведены замеры твердости почвы с использованием твердомера ТУД-1 и отобрана 131 проба почв (61 проба на участке "Черемшанка" и 70 проб на Камышлинской тропе) на определение их магнитной восприимчивости, карбонатности и рН.

Водопроницаемость оценивалась по общепринятому экспериментальному методу малых заливаемых площадей с использованием кольцевого инфильтрометра EJKELKAMP P09.04 (рис. 23). Полученные величины интерпретировались в соответствии со шкалой водопроницаемости почв Н.А. Качинского [41].

Биологическая активность почвы определялась аппликационным методом [116]. Для этого в почву на глубину 10 см ставились стеклянные пластинки с наклеенными бумажными фильтрами "белая лента" размером (10×10 см), по степени разложения которых через месяц оценивался этот показатель.

Определение глубины промерзания почв проводилось 1 раз в месяц в период с ноября по апрель 2013 г. на участке неорганизованного массового отдыха "Черемшанка" и на смежной с ним контрольной площадке.

Лабораторные исследования почвенных проб были выполнены в следующих аккредитованных лабораториях: полуколичественный спектральный анализ на 30 элементов в СФ "Березовгеология" (г. Новосибирск); плотность сложения, плотность твердой фазы, влажность, общая пористость, пористость аэрации, нитраты, фосфаты, кальций обменный, карбонатность, емкость катионного обмена, рН и содержание гумуса в РНИХЭЛ ГАГУ (г. Горно-Алтайск).

Изучение гранулометрического состава почв проведено с использованием набора стандартных сит методом сухого рассеивания на фракции <0,05, 0,05-0,25, 0,25-1, >1 мм. Измерение магнитной восприимчивости почв (α) проводилось с пятикратным повтором с использованием серийного каппаметра КМ-7 на пробах объемом 100 см³, помещенных в фарфоровую чашечку.

При проведении перечисленных аналитических исследований применялись аттестованные методики, включенные в Госреестр методик анализа. При использовании экспресс-анализаторов измерения проводились в соответствии с требованиями, указанными в инструкциях производителей (табл. 23).

Растительность. Описание травостоя проводилось на учетных площадках размером 1×1 м, равномерно распределенных по пробной площади. Оно состояло в определении доминантных видов и разделении их на группы типичных (аборигенных) и привнесенных. Также оценивалось проективное покрытие травостоя и степень нарушенности лесной подстилки на территории всей пробной площади и в проекции крон модельных деревьев.

Породный состав и густота подлеска и жизнеспособного подроста в соответствии с [71] и учебным пособием по лесоведению и лесоводству оценивались визуально, исходя из их встречаемости на пробной площади.

Изучение древостоя проведено для эдификаторов природных ландшафтов – березы повислой (*Betula pendula*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) на 10 и 7 рекреационных участках (контрольных площадках) соответственно. Всего было изучено 47 берез, из них 12 на контрольных площадках, и 32 сосны, в том числе 9 сосен на контрольных площадках. С берез на рекреационных участках взято 103 образца (на контроле 36), с сосен 69 образцов (на контроле 27).

Для выбранных модельных деревьев в соответствии с общепринятыми методическими подходами [71, 94, 101] были установлены основные таксационные показатели и рассчитана средневзвешенная категория жизненного состояния. При инструментальном определении морфометрических, биофизических

и биохимических показателей использовались методические подходы [32, 38, 60] и технические рекомендации производителей экспресс-анализаторов.

Таблица 23 – Методы изучения физических свойств и химического состава почв

Показатели	Методы измерения, ГОСТ, погрешность измерения	Характеристика использованного оборудования	
Экспресс-методы измерения физических свойств			
Твердость	Измерения с 5-кратной повторностью	Твердомер ТУД-1 (диапазон измерений 0-500 кг/см ² , цена деления 0,2-300 кг/см ²)	
Температура	Измерения с 5-кратной повторностью, погрешность измерения ± 0,3 ⁰ С	Термометр ТЕ-1038 с выносным датчиком (цена деления 0,1 ⁰ С, погрешность ± 0,3 ⁰ С)	
Магнитная восприимчивость	Измерения с 5-кратной повторностью, погрешность измерения ± 12 %	Портативный каппаметр КМ-7 (чувствительность 1×10 ⁻⁶ ед. СИ погрешность ±)	
Водопроницаемость	Метод малых заливаемых площадей [41]	Инфильтрометр ЕИЖЕЛКАМР Р09.04, масштабная линейка, мерная посуда	
Экспресс-методы измерения водной вытяжки почв			
рН	Измерения с 3 кратной повторностью, погрешность измерения ± 0,05 ед.	Мультианализатор воды рН-028 (диапазон измерений 0-14 ед., цена деления 0,01 ед., погрешность ± 0,05 ед.)	
Eh	Измерения с 3 кратной повторностью, погрешность измерения ± 0,1 %		(диапазон измерений ± 1999 mV, цена деления 1 mV, погрешность ± 0,1%)
Электропроводимость	Измерения с 3 кратной повторностью, погрешность измерения ± 2 %		(диапазон измерений 0-40 мСм/см, цена деления 0,02 мСм, погрешность ± 2 %)
Солесодержание	Измерения с 3 кратной повторностью, погрешность измерения ± 2 %		(диапазон измерений 10-19990 ppm, цена деления 10 ppm, погрешность ± 2 %)
Лабораторные методы определения физических параметров и химического состава			
Гранулометрический состав	Метод сухого рассеивания	Набор лабораторных сит с ячейками 1; 0,25; 0,05 мм	
Объемная плотность	Весовой метод	Весы МТ0,3В1 (диапазон измерений 0,2-300 г, цена деления 0,01 г, погрешность ± 0,01 г)	
Плотность твердой фазы	Пикнометрический метод	Весы МТ0,3В1 (диапазон измерений 0,2-300 г, цена деления 0,01 г, погрешность ± 0,01 г)	
Влажность	Термостатно-весовой метод, ГОСТ 28268-89, погрешность метода 5-7 %	Сушильный шкаф "Омега", весы МТ0,3В1	
Гидрокарбонаты	Метод потенциометрического титрования, ГОСТ 26424-85, суммарная погрешность 0,07 ммоль в 100 г почвы	–	
Кальций обменный	Титриметрический метод, ГОСТ 26487-85, погрешность анализа 7,5-17 %	–	
Калий обменный	Фотометрический метод Масловой, ГОСТ 26210-91, погрешность анализа 10-15 %	Пламенный фотометр "Флафо-4" (чувствительность 1•10 ⁻³ мкг/мл)	
Нитраты	Фотоколориметрический метод, ГОСТ 26488-85, погрешность анализа 7,5-20%	Фотоэлектроколориметр КФК-2 (диапазон измерений 315-980 нм, погрешность по ГОСТ 12083-78)	
Фосфор подвижный	Фотоколориметрический метод, ГОСТ 26207-91, погрешность анализа 15-20%		
Гумус	Титриметрический метод Тюрина (Аринушкина, 1970)	–	
ЕКО	Метод Бобко-Аскинази-Алешина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 17.4.4.01-84, 0-20%	–	
Элементный состав	Метод полуколичественного эмиссионного спектрального анализа, методика НСАМ № 227-С, погрешность анализа 50-100%	Спектрограф СТЭ-1 (диапазон измерений 220-900 нм)	
	Метод ИНАА	Исследовательский реактор ИРТ-Т	
Подвижность тяжелых металлов	Метод атомно-абсорбционной спектроскопии, ПНДФ 16.1:2.3:3.10-98 (Cu; Zn), погрешность анализа 50 %; НСАМ № 450-С (Pb;Cu), погрешность анализа 27-59 %	Спектрометр Agilent AA 240 FS (диапазон измерений 185-900 нм, погрешность 2 %)	
Нефтепродукты	Флуориметрический метод, ПНДФ 16.1:2.21-98, погрешность анализа 35%	Флюорат 02-2М (диапазон измерений 200-650 нм, погрешность 2 %)	

Целлюлозолитическая активность	Аппликационный метод [116]	–
--------------------------------	----------------------------	---

Измерения температуры и влажности стволов и корней березы проводились с 5-7-кратным повтором в период интенсивного роста деревьев (июль) в точках на их северной стороне [13, 38]. Для измерения температуры использовался инфракрасный пирометр AR300, влажности – измеритель влажности древесины micro HYDRO (табл. 24). Замеры проводились в ствольной части на высоте 1,5 м и в корнеобитаемом слое почвы на глубине 0,5 м.

Таблица 24 – Методы определения показателей состояния древостоя на участках неорганизованного массового отдыха

Показатели	Методы измерения	Тип прибора и его характеристики
Экспресс-методы		
Температура	Измерения с 7-кратной повторностью	Инфракрасный пирометр AR300 (диапазон измерений -32-300°C, цена деления 0,1°C, погрешность ± 2°C)
Влажность	Измерения с 7-кратной повторностью	Измеритель влажности древесины micro HYDRO (диапазон измерений 4-85 %, цена деления 0,1 %, погрешность 3 %)
Лабораторные методы		
Величина радиального прироста	Метод оценки радиального прироста	Микроскоп МБС-9
Асимметрия листовой пластинки	Метод оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки [32]	Масштабная линейка, транспортир
Показатели состояния хвои и побегов	Метод морфометрической оценки [105]	Масштабная линейка
Элементный состав	Метод ПКСА, методика НСАМ № 227-С, погрешность анализа 50-100%	Спектрограф СТЭ-1
	Метод ИНАА	Исследовательский реактор ИРТ-Т

Радиальный прирост за последние 5 и 20 лет определялся под микроскопом МБС-9 по древесным кернам диаметром 5 мм, взятым при помощи возрастного бура Haglof. Оценка стабильности развития сосны обыкновенной проводилась по методике [105] на свежих образцах побегов и хвои сосны (2-3 беспольные модельные ветви 3-го порядка ветвления), отобранных из средней части обращенной к югу кроны.

Сбор растительного материала для оценки в соответствии с [32] билатеральной асимметрии листовой пластинки березы проводился в конце июля после остановки роста листьев. Листья отбирались среднего размера для каждого модельного дерева, из нижней части его кроны, равномерно вокруг дерева.

Измерения отобранных образцов листы березы и побегов сосны проводились с помощью масштабной линейки и транспортира. Хвоя просматривалась при помощи лупы, ее длина измерялась с использованием миллиметровой бумаги. Ввиду значительной вариабельности биометрических признаков применялась 10-20-кратная повторность определений параметров хвои (рис. 25).

Химический состав растительных образцов березы повислой (серая зола листьев) определялся полуколичественным спектральным (СФ "Березовгеология") и инструментальным нейтронно-активационным анализом на реакторе ИРТ-Т Томского политехнического университета.

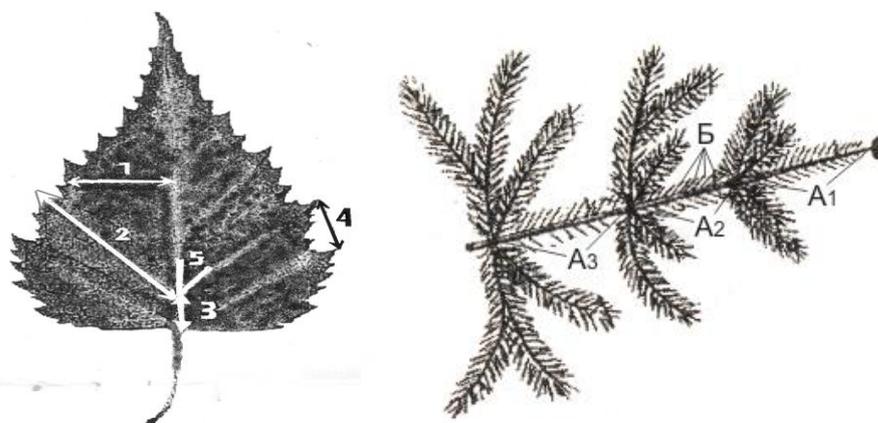


Рисунок 25 – Изучаемые параметры для расчета флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (слева) и морфометрические параметры жизненного состояния сосны обыкновенной (справа)

1 – ширина левой и правой половинок листа (от границы центральной жилки до края листа); 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих же жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка; A_1 , A_2 , A_3 – длина осевых побегов первого, второго и третьего года; B – средняя длина хвои, ее количество и доля поврежденной на 10 см побега.

Объемы работ. В процессе исследования было выполнено 86 почвенных прикопов, из них 48 прикопов на детальных участках (в т.ч. 14 на контрольных площадках) и 38 прикопов на дополнительных профилях (11 – контроль). В них взято 277 проб почв – 146 проб на участках и 131 на профилях (табл. 25).

Таблица 25 – Объемы опробования почв и древостоя на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Число прикопов на участках / профилях			Число изученных берез / сосен		
рекреационные	контрольные	всего	рекреационные	контрольные	всего
34 / 27	14 / 11	48 / 38	35 / 23	12 / 9	47 / 32

Число взятых проб почв на участках/профилях			Число взятых образцов березы / сосны		
рекреационные	контрольные	всего	рекреационные	контрольные	всего
102 / 98	42 / 33	146 / 131	103 / 69	36 / 27	139 / 96

Общее число изученных модельных деревьев составило 79 ед., из них 47 берез и 32 сосны. На детальных участках изучено 58 деревьев, на контрольных площадках 21 дерево. На них взято 235 растительных образцов – 139 образцов листьев березы и 96 образцов хвои и побегов сосны.

Общий объем лабораторного изучения свойств и состава проб почв и образцов древостоя составил 1041 и 439 анализов и определений соответственно, а полевых экспресс-измерений – 1009 и 595 соответственно (табл. 26).

Таблица 26 – Объемы лабораторного изучения и экспресс-определений свойств и состава проб почв и образцов древостоя

Компоненты природной среды		Физические свойства	Механический состав	Химический состав	Морфометрические показатели	Всего анализов, определений
Объемы лабораторного изучения проб почв, образцов древостоя						
Почвы	рекреация	306	84	337	–	727
	контроль	126	36	152	–	314
Древостоя	рекреация	–	–	34	287	321
	контроль	–	–	10	108	118
Итого		432	120	533	395	1480
Экспресс-измерения свойств и состава почв и древостоя						
Почвы	рекреация	408	–	305	–	713
	контроль	191	–	105	–	296
Древостоя	рекреация	140	–	–	287	427
	контроль	48	–	–	120	168
Итого		787	–	410	407	1604

Обработка полученных данных, в том числе результатов лабораторных работ и экспресс-измерений, заключалась в создании компьютерных баз данных по природным средам, по рекреационным участкам и контрольным площадкам, по видам анализов и измерений, по рекреационным нагрузкам и пр.

Интерпретация полученных данных проводилась путем статистической обработки выборок данных в программах "Statistika 6.1" и "Microsoft Excel 2000". Кроме анализа статистических показателей физических свойств и химического состава почв и показателей состояния растительного покрова, проводилась оценка их корреляционных связей. Полученная информация использовалась при составлении сводных таблиц, иллюстративных рисунков, схем и гра-

фиков, помещенных в настоящей работе. Методической основой эколого-гигиенической интерпретации полученных аналитических данных явилось их сравнение с действующими санитарно-гигиеническими нормативами.

Глава 4 Экологические последствия неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района

Отмечаемый в Республике Алтай на протяжении последнего десятилетия постоянный рост турпотока имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Так, он способствует росту налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, развитию дорожно-транспортной инфраструктуры и сферы услуг, увеличению занятости и росту доходов местного населения и пр. В то же время усиление рекреационного воздействия приводит к деградации природных ландшафтов и порче историко-культурных объектов, что вызывает протестные настроения среди населения республики [7].

Необходимо отметить, что в настоящее время актуальным экологическим проблемам развития массового отдыха в РА не уделяется должного внимания.

Неорганизованный массовый отдых оказывает максимальное среди других видов рекреации воздействие на природные комплексы республики. Наиболее широкий спектр последствий этого воздействия характерен для КРР, включающего более 50 участков неорганизованной рекреации.

Изучением этих участков установлено, что изменения компонентов природных ландшафтов, главным образом, почвенного и растительного покрова связаны с тремя основными источниками воздействия – рекреанты, автотранспорт и животные. Последние встречаются на отдельных участках и представлены преимущественно КРС приходящим из близлежащих населенных пунктов.

Экологические последствия выпаса скота в целом схожи с рекреационной дигрессией почвенно-растительного покрова и проявляются в уплотнении, реже разрыхлении почв, уничтожении и изменении состава травостоя и подроста, снижении содержания биофильных элементов в почве и пр. (табл. 27).

Таблица 27 – Экологические последствия выпаса скота на участках рекреации [56]

Причины	Ближайшие экологические последствия	Отдаленные экологи-
---------	-------------------------------------	---------------------

деградации	Физические	химические	биологические	ческие последствия
Низкая устойчивость почвенно-растительного покрова, превышение допустимых нагрузок	Уплотнение, разрыхление и иссушение почв	Вынос гумуса, элементов питания растений	Уничтожение травостоя, подроста, появление космополитных видов	Развитие водной эрозии, дефляции, потеря гумуса, смена видового состава

В обобщенном воздействии рекреантов, автотранспорта и животных на почвенно-растительный покров можно выделить биологическую, химическую и физическую группы факторов (видов) такого воздействия. Первые две группы связаны с привнесом или напротив выносом элементов (компонентов) не характерных и соответственно типичных для исходного природного комплекса участков рекреации (рис. 26).



Рисунок 26 – Источники и факторы воздействия на растительный покров (слева) и почвы участков неорганизованного массового отдыха в КРР

В свою очередь физическое воздействие на почвы и растительность объединяет различные факторы (уплотнение, разрушение, нагревание и пр.). Наиболее распространенным и значимым из них является вытаптывание, которое оценивается через рекреационные нагрузки и выражается числом рекреантов, посещающих участок (чел./га) за учетный период времени (день, сезон, год).

4.1 Рекреационные нагрузки на участках неорганизованного массового отдыха

Изучение рекреационных нагрузок, проведенное на 57 участках неорганизованного массового отдыха на первом этапе исследования в 2006 г., показало неравномерность их распределения на территории Катунского рекреационного района. Выявленные различия связаны, в основном, с относительно более

"выгодным" географическим положением участков в северной части КРР (въезд в регион, близость к г. Горно-Алтайску, более высокий площадной ресурс и степень рекреационного освоения). Все это выливается в более высокий уровень посещаемости рекреантами северной части КРР.

Так, в 2006 г. в будние и выходные дни в северной части района средняя посещаемость была выше в 2 и 3 раза соответственно, чем в южной части. Однако более значительный размер "северных" участков рекреации (в среднем 2,1 га) обусловил в целом средний для КРР уровень сезонных рекреационных нагрузок (9 чел./га). Максимальные же показатели нагрузки в 2006 г. были характерны для участков в центральной части КРР (северная часть Чемальского района РА), минимальные в его южной части (табл. 28).

Таблица 28 – Рекреационные нагрузки на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе в 2006 г.

Показатели		Значения показателей, от-до/среднее			
		Майминский район (n=16)	Чемальский район		КРР в целом (n=57)
			северная часть (n=23)	южная часть (n=18)	
Площадь участков, га		0,2-5,0/2,1	0,3-4,6/1,0	0,3-3,0/0,9	0,2-5,0/1,3
Посещения, чел./сут.	Будни	5-60/26	2-75/20	2-50/12	2-75/19
	Выходные	22-275/109	12-275/62	10-175/38	10-275/68
Рекреационные нагрузки, чел./га	Сезонные	0,7-20,0/8,6	2,0-28,2/10,7	1,2-25,3/7,0	0,7-28,2/9,0
	Годовые	0,2-4,4/1,9	0,4-6,2/2,4	0,3-5,6/1,5	0,2-6,2/2,0

Выявлена обратная значимая связь между площадью участков массового отдыха и уровнем рекреационной нагрузки на них, описываемая уравнением $P_{\text{факт.}} = 5 \div 20/S$. Таким образом, превышение допустимых нагрузок увеличивается из-за скученности отдыхающих на ограниченных по площади участках. Предварительно установлена зависимость предельной фактической численности рекреантов (посещаемости) от площади участков, выражающаяся линейной функцией $P_{\text{сут.}} = 30 \times S$ (рис. 27). Иными словами, среднесуточное число рекреантов на участках массового отдыха КРР не превышает их расчетного количества по этой формуле.

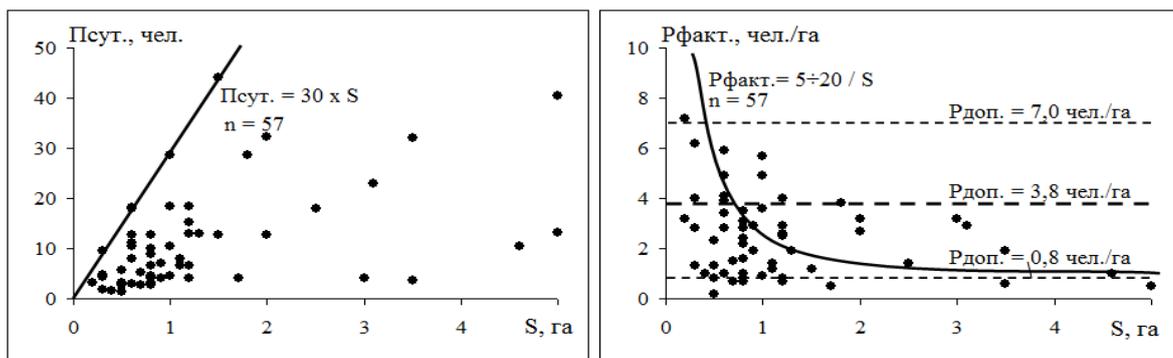


Рисунок 27 – Зависимость посещаемости (слева) и превышения допустимых нагрузок от площади участков неорганизованного массового отдыха КРР

Сравнение сезонных рекреационных нагрузок 2006 г. и 2012 г. указывает на их среднегодовой прирост в разных частях КРР в пределах 2,5-9,3 % при среднем значении 5 %. Максимальные темпы увеличения нагрузок характерны для наиболее удаленной осваиваемой южной части района, а минимальные для его традиционно посещаемой северной и центральной части (табл. 29, рис. 28).

Таблица 29 – Динамика сезонных рекреационных нагрузок (чел./га) на участках неорганизованного массового отдыха в период 2006-2012 гг.

Год	Майминский район (16 участков)			Чемальский район						Среднее по КРР
				северная часть (23 участка)			южная часть (18 участков)			
	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}	
2006	0,7	20,0	8,6	2,0	28,2	10,7	1,2	25,3	7,0	9,0
2012	0,8	20,6	10,5	4,1	32,6	12,3	3,5	25,3	10,9	11,3
Годовой прирост	–	–	3,7 %	–	–	2,5 %	–	–	9,3 %	5 %

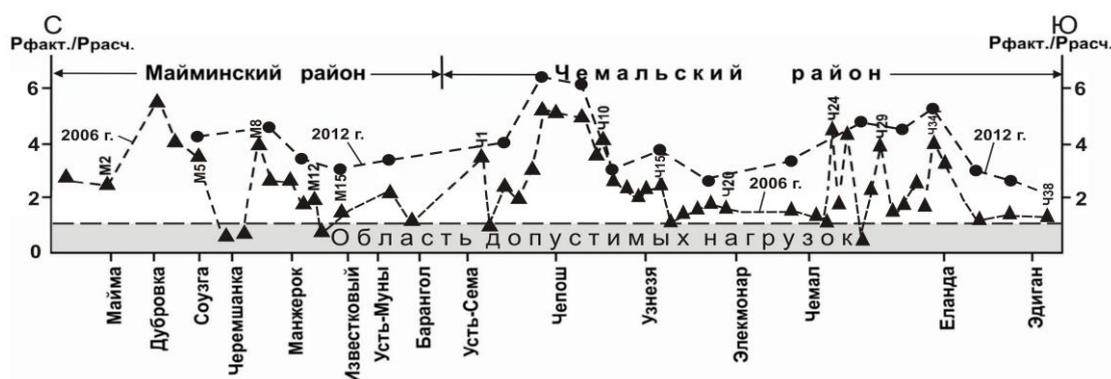


Рисунок 28 – Распределение рекреационных нагрузок на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском районе в 2006г. и 2012 г.

Таким образом, в 2012 г. средняя сезонная нагрузка на участках неорганизованного массового отдыха КРР составила 11,3 чел./га, а среднегодовая около 2,5 чел./га, что в целом в 3 раза выше допустимой нагрузки – 0,8 чел./га (рис. 27).

Необходимо отметить, что этот норматив допустимой рекреационной нагрузки разработан для влажных сосняков лесной и лесостепной зон УССР [16, 111]. Несмотря на его очевидную неприменимость для горно-долинных рекреационных ландшафтов КРР, он до настоящего времени используется в практике лесных арендных отношений на территории Республики Алтай.

Средняя стадия дигрессии напочвенного покрова участков неорганизованного массового отдыха КРР в 2012 г. составила 2,4 и увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2006 г. Таким образом, в этот период среднегодовой прирост дигрессии составил 5 %, что сопоставимо с темпами роста рекреационных нагрузок. Это дает основание считать, что увеличение нагрузок приводит к адекватному негативному экологическому "отклику" рекреационных ландшафтов.

Анализ особенностей трендов роста современных рекреационных нагрузок и обусловленных ими стадий дигрессии почвенно-растительного покрова на участках массового отдыха КРР показывает, что к 2018 г. средняя стадия рекреационной дигрессии на территории района достигнет 3, а после 2018 г. превысит 3 стадию дигрессии (табл. 30).

Таблица 30 – Фактические и прогнозные рекреационные нагрузки и стадии дигрессии напочвенного покрова на участках неорганизованного массового отдыха

Годы	Турпоток, млн. чел.	Число неорганизованных рекреантов		Среднее Рфакт./Рдоп., ед.	Средняя стадия дигрессии
		млн. чел.	% от турпотока		
2006	0,50	0,238	47,6	2,4	1,8
2012	1,47	0,288	19,6	3,3	2,4
2018	2,10*	0,300*	14,3	3,8	3,0

* – прогноз Министерства туризма и предпринимательства РА

В этой связи следует иметь в виду, что 3-я так называемая стабилизированная стадия дигрессии характеризует допустимый уровень изменения напочвенного покрова, при превышении которого происходит деградация почвенно-растительного покрова без возможности его самовосстановления [37].

Несмотря на современное трехкратное превышение норматива допустимой рекреационной нагрузки на участках массового отдыха КРР, дигрессия их напочвенного покрова в целом остается на допустимом уровне (рис. 29). Это

обстоятельство подтверждает несоответствие применяемого в настоящее время норматива и указывает на необходимость его разработки с учетом специфики природных условий КРР, главным образом, его рекреационных ландшафтов.

Отмеченный в 2006-2012 гг. прирост рекреационных нагрузок является в целом небольшим на фоне почти трехкратного увеличения численности туристского потока за этот период. Это обстоятельство связано с наметившейся в последнее десятилетие динамикой уменьшения относительного количества неорганизованных рекреантов с 47,6 % в 2006 г. до 19,6 % в 2012 г.

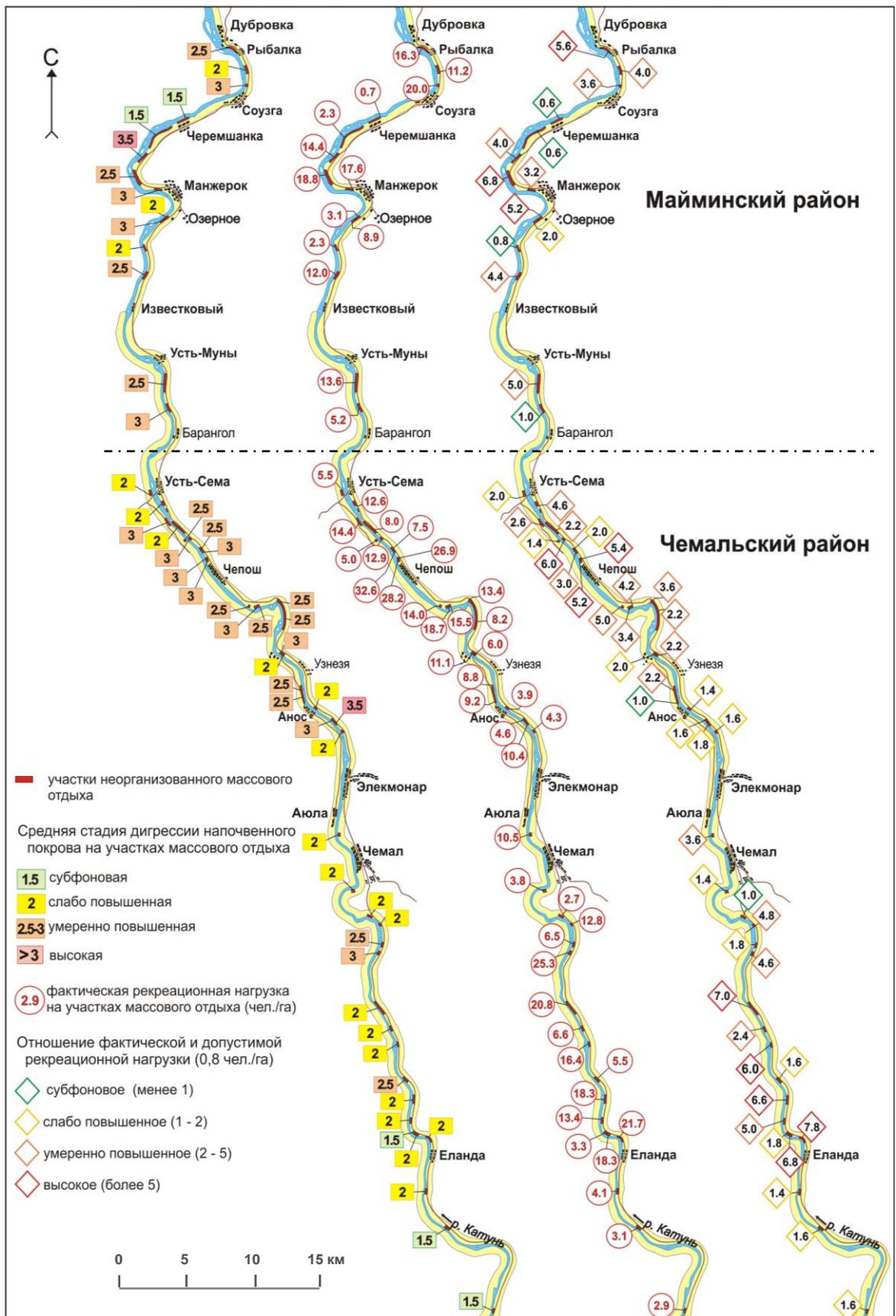


Рисунок 29 – Уровень деградации и рекреационные нагрузки на участках неорганизованного массового отдыха КРР в 2012 г.

Слева – стадии рекреационной дигрессии напочвенного покрова; в центре – сезонные рекреационные нагрузки; справа – превышение допустимых рекреационных нагрузок

На основании этого положительного в экологическом плане тренда можно прогнозировать дальнейшее снижение доли неорганизованных туристов до 14,3 % в 2018 г. и 11,5 % в 2025 г. Однако в абсолютных значениях поток неорганизованных туристов продолжает расти и в 2018 г., по данным Минтуризма РА, составит 300 тысяч человек, что на 4,2 % выше уровня 2012 г. (табл. 30).

Наряду с охарактеризованным традиционным подходом к оценке рекреационных нагрузок, автором также рассчитаны механические нагрузки на почвы участков неорганизованного массового отдыха как основной причины их деградации. При этом в качестве фактора воздействия рассмотрен не только человек, но и автомобиль и домашние животные, присутствующие на этих участках.

Показатель нагрузки рассчитан, исходя из среднего уровня давления на почву и расстояния, которое каждый из источников оказывает на почву и соответственно проходит (проезжает) на участке в течение суток (табл. 31).

Таблица 31 – Механические нагрузки на участках неорганизованной рекреации

Фактор нагрузки	Средний вес, кг	Площадь контакта, см ²	Давление, кг/см ²		Шагов на 100 м	Нагрузка, кг/м ²			
			движение	стойка		удельная ¹	суточная ²	суточная ³	сезонная ⁴
Человек	62	300	0,5	0,2	130	58,8	0,15	1,5	10,5
Авто	1350	2400	–	0,6	–	0,43	0,0004	0,002	0,028
КРС	500	220	6,0	2,3	150	9,9	0,005	0,01	0,35

1-3 – нагрузки, кг/м²/сут.: 1 – на 1 человека; фактические: 2 – средняя, 3 – максимальная; 4 – сезонная

На основании полученных данных о рекреационных и механических нагрузках на участках массового отдыха, можно рассчитать уровни воздействия животных (КРС) и автомобилей. Если приравнять средние значения сезонных нагрузок (11,3 чел./га) к механическим нагрузкам рекреантов (10,5 кг/м²), то для животных и автомобилей они будут эквивалентны нагрузкам в 0,35 и 0,03 чел./га, соответственно. На практике эти нагрузки можно не учитывать, поскольку они по отношению к нагрузке от рекреантов не превышают 3 %.

4.2 Изменения природных ландшафтов

Основные рекреационные ландшафты КРР приурочены к водоохранной зоне р. Катунь, в пределах которой развиты ее 1-я и 2-я надпойменные террасы, сложенные в основании песчано-галечнико-валунным, а с поверхности супесчано-суглинистым аллювием и развитыми на нем темно-серыми и серыми лесными почвами и смешанными лесами с преобладанием сосны и березы (рис. 30).



Рисунок 30 – Лесные ландшафты Катунского района, используемые для рекреации
Слева – лесной ландшафт с преобладанием березы (контрольная площадка М8), в центре – смешанный березово-сосновый лес (площадка Ш2), справа – сосновый лес (площадка Ч9)

В северной части КРР на темно-серых среднemocных лесных почвах распространены березовые леса с небольшим присутствием сосны, реже березово-сосновые леса с подлеском из рябины, черемухи, акации, малины и злаково-разнотравным травостоем (тимофеевка, вейник, ежа, мятлик и др.).

В центральной части района преобладают темно-серые лесные почвы с развитыми на них сосновыми лесами, часто с подлеском из рододендрона и господствующим в травостое папоротником. На юге они постепенно сменяются подтипом серых лесных почв с более легким механическим составом, с изреженными березово-сосновыми лесами с лугово-разнотравным травостоем [85].

Для основной части КРР характерен низкий уровень устойчивости напочвенного покрова, особенно травостоя. Известно [37, 40], что лесные виды трав наиболее подвержены вытаптыванию и в процессе дигрессии фитоценозов вытесняются сорными и луговыми видами, способными выдерживать более высокие нагрузки. Экологически приемлемое соотношение этих видовых групп в условиях неорганизованной рекреации достигается на 3 стадии дигрессии. При

прекращении процессов деградации на этой стабилизированной стадии достигается наивысший уровень устойчивости почвенного покрова. В случае перехода на 4-5 стадии его устойчивость утрачивается и отвечает низкому уровню.

Для ландшафтов всех участков неорганизованной рекреации КРР была определена их пейзажно-эстетическая ценность. В районе в соотношении 1:2 встречаются два класса ценности исходных ландшафтов – среднеценные (13-17 баллов) и высокоценные (18-22 балла). Последние отличаются более высоким разнообразием перспектив, композиционных узлов и осей, а также сравнительно меньшим уровнем нарушенности почвенно-растительного покрова (рис. 31).

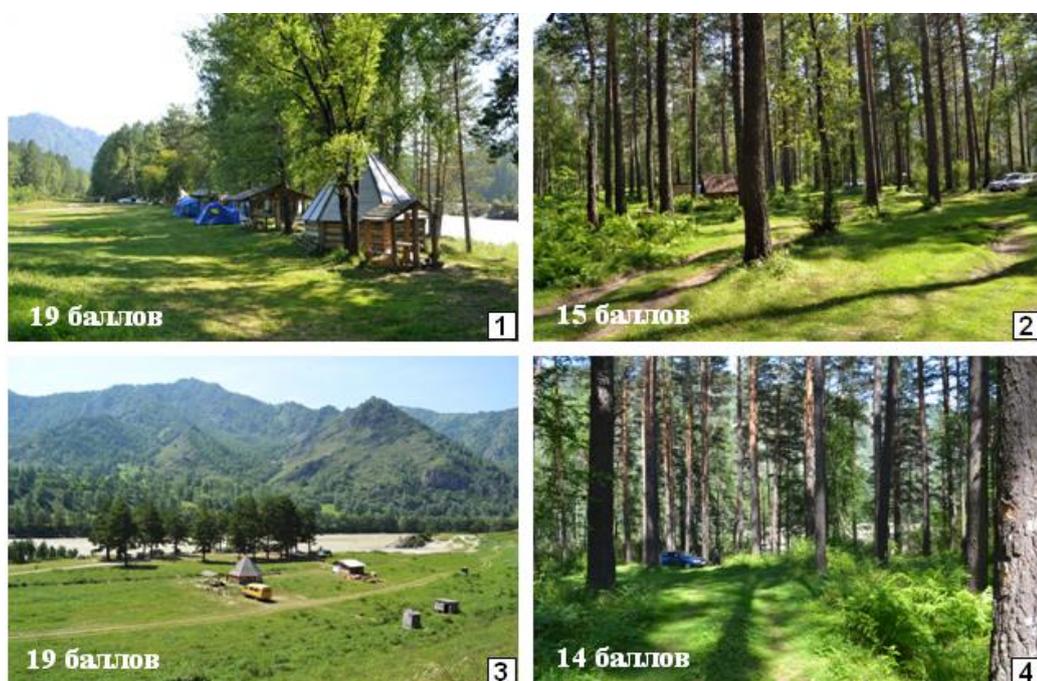


Рисунок 31 – Пейзажно-эстетическая ценность рекреационных ландшафтов КРР (ценность ландшафтов 1,3 – высокая; ландшафтов 2,4 – средняя)

Различные нарушения компонентов окружающей среды в совокупности с замусоренностью территории, характерные для участков неорганизованного массового отдыха, свидетельствуют о некотором снижении исходной аттрактивности рекреационных ландшафтов. Согласно использованной методике оценки пейзажно-эстетической ценности ландшафтов такое снижение варьируется в пределах 1-6 баллов (в среднем 2 балла) или одного-двух классов.

Установлено, что в настоящее время аттрактивность ландшафтов на участках неорганизованной рекреации в КРР в среднем составляет 16,5 баллов.

Среди них доля высокоценных ландшафтов (18 баллов и более) около 70 %, а до их использования в рекреационных целях она составляла порядка 80 %.

Геоморфологическая однородность долины р. Катунь и достаточно однотипный почвенно-растительный покров на всей территории КРР обуславливают в целом выдержанный и высокий уровень устойчивости ландшафтов к воздействию рекреации. Так, для КРР характерен небольшой уклон поверхности террас (2-5°), супесчаный и легкосуглинистый состав почв, приспевающий тип лесов (80-100 лет), а также ряд других факторов, ограничивающих развитие процессов деградации природных ландшафтов рекреационных территорий.

Об ухудшении состояния природных ландшафтов на участках неорганизованного массового отдыха КРР свидетельствует также уровень их механической нарушенности. Этот интегральный показатель дигрессии основных компонентов природных ландшафтов (микрорельеф, почвенный покров, травостой, древостой) на участках неорганизованной рекреации варьируется в пределах 5-17 баллов, что соответствует II-IV классам механической нарушенности.

Так, на половине участков уровень изменений компонентов окружающей среды соответствует III классу умеренно нарушенных ландшафтов. Другая половина ландшафтов относится к I-II классу не нарушенных и слабо нарушенных, и в единичном случае был отмечен сильный уровень нарушений.

По степени механической нарушенности рекреационные участки северной и южной частей КРР несколько различаются. Средняя ее величина на территории Майминского района равна 10,6 балла, а в пределах Чемальского района – 9,6 балла. Эти оценки в целом согласуются как с уровнями рекреационных нагрузок, так и со стадиями дигрессии напочвенного покрова, и косвенно свидетельствуют об уровне экологических последствий рекреации в КРР.

Характерно, что степень нарушений напочвенного покрова (стадии дигрессии) и древостоя (категории состояния) несколько "отстает" от уровня механических нарушений, что указывает на последовательность формирования негативных экологических последствий неорганизованной рекреации (рис. 32).

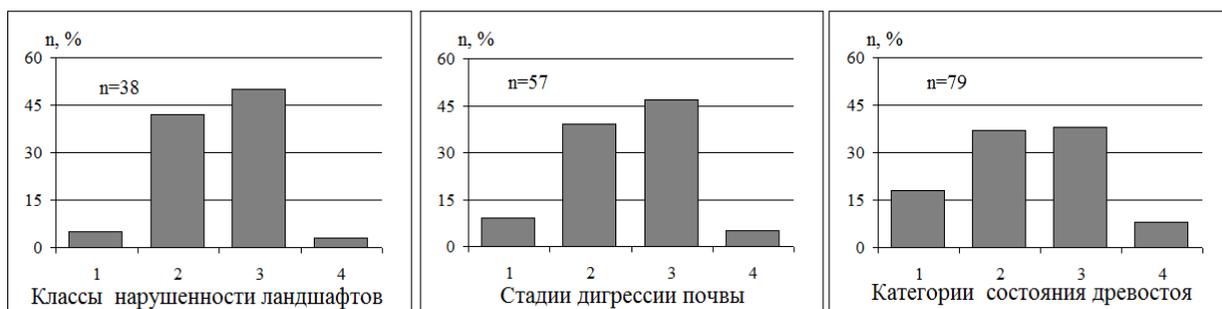


Рисунок 32 – Распределение степени нарушенности природных ландшафтов и их компонентов на участках неорганизованного массового отдыха КРР

Кроме вышеотмеченных подходов, экологическое состояние рекреационных ландшафтов КРР оценивалось также по адаптированному для местных условий методу диагностики классов состояния кемпингов [159], являющемуся элементом методики оценки предельно допустимых изменений природных ландшафтов под воздействием рекреации [143].

Как и в случае диагностики механической нарушенности ландшафтов, оценка классов состояния кемпингов представляет расчет интегрального показателя состояния основных компонентов природных ландшафтов (почвенный и растительный покров) и степень проявления следов рекреации (табл. 32).

Таблица 32 – Показатели состояния природных ландшафтов на детально изученных участках неорганизованного массового отдыха

Показатели аттрактивности, нарушенности	Оценка состояния природных ландшафтов на участках, балл										Среднее
	M2	M8	A1	M4	Ш2	Ч9	Ч12	Ч1	Ч10	Ч13	
Аттрактивность ландшафтов											
Класс ценности	II	III	III	III	II	II	III	II	II	II	II-III
Устойчивость природных ландшафтов к рекреационным нагрузкам											
Устойчивость рельефа	5	6	6	5	5	6	3	8	6	7	5,7
Устойчивость почв	8	7	8	8	8	8	6	8	8	8	7,7
Устойчивость растений	7	8	8	8	7	7	8	9	8	5	7,5
Класс устойчивости	II	II	II	II	II	II	III	II	II	II	II
Механическая нарушенность природных ландшафтов											
Нарушения рельефа	3	4	2	2	3	2	2	3	1	0	2,2
Нарушенность растений	8	9	8	3	9	6	3	7	4	4	6,1
Нарушенность почв	2	2	2	3	3	2	3	2	2	1	2,2
Степень обустройства	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	0,8
Класс нарушенности	III	IV	III	II	IV	III	II	III	II	II	II-III
Диагностика состояния (изменений) природных ландшафтов											
Состояние подстилки	3	4	4	–	4	4	–	4	3	2	3,5
Состояние травостоя	7	13	10	–	14	12	–	13	8	6	10,4
Состояние древостоя	3	5	4	–	5	4	–	3	3	3	3,8
Состояние подлеска	2	5	3	–	4	5	–	4	3	2	3,5
Следы рекреации	6	7	6	–	9	9	–	6	4	4	6,4
Класс состояния	III	IV	III	–	IV	IV	–	IV	III	II	III-IV

Несколько завышенные оценки негативных последствий рекреации, получаемые при применении этой методики по сравнению с традиционными методами, позволяют предполагать ее повышенную "чувствительность" при диагностике экологического состояния природных ландшафтов.

Результаты оценки состояния природных ландшафтов КРР (табл. 28), полученные охарактеризованными методами, в целом согласуются между собой и говорят о слабо и умеренно повышенном уровне изменения (нарушенности) рекреационных ландшафтов и о высоком или среднем уровне их устойчивости.

Отметим, что наибольший вклад в уровень нарушенности рекреационных ландшафтов вносит растительный покров – травостой, подрост и подлесок.

Основные изменения этих групп растительности на участках неорганизованного массового отдыха связаны с сокращением площади их распространения и изменением видового состава, а для травостоя в повсеместном разрастании космополитных и сорных видов. Подобные изменения приводят к формированию специфических рекреационных ландшафтов с четко выраженными зонами разноуровневых изменений растительного покрова (рис. 33).

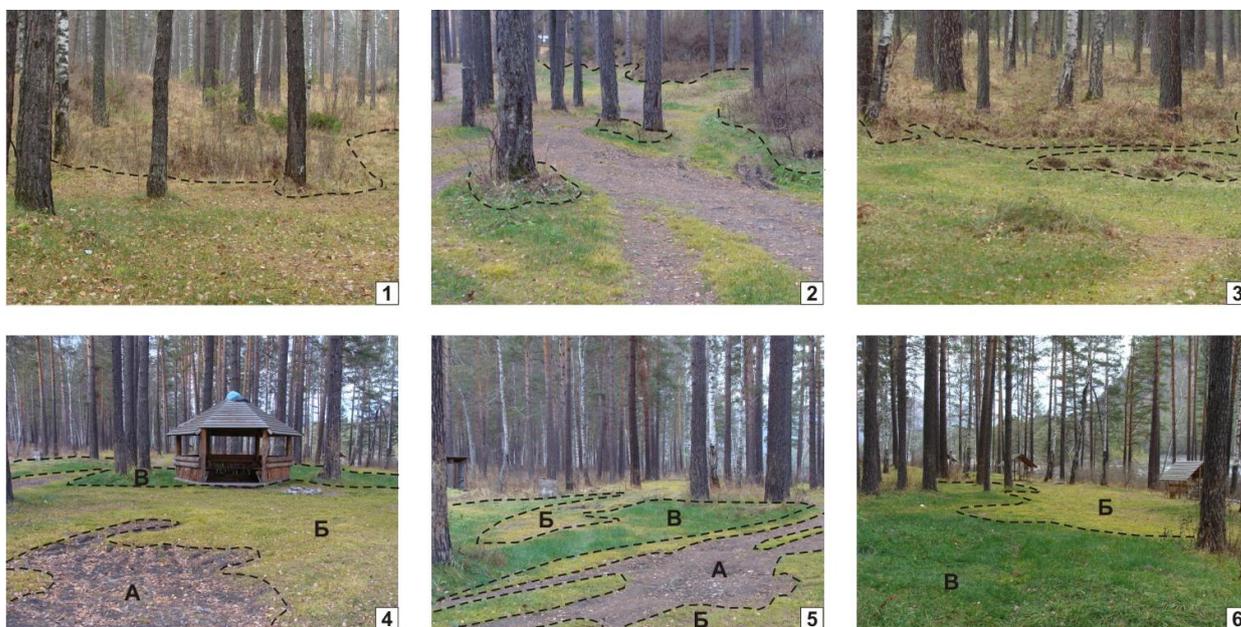


Рисунок 33 – Последствия воздействия неорганизованного массового отдыха на растительный покров участков рекреации

Верхний ряд – участки сохранившегося подроста (1-2) и фоновой травянистой растительности (3) на участках неорганизованной рекреации. Нижний ряд – зональный характер изменения растительного покрова в местах массового отдыха: А – максимальная, Б – средняя, В – минимальная степень дигрессии травянистой растительности.

Максимальные изменения растительного покрова характерны для дорог, троп, обеденных зон и других функциональных элементов участков рекреации, в пределах которых растительность сохраняется лишь фрагментарно или отсутствует полностью. Зоны минимальной и средней степени нарушенности являются переходными и прилегают к территориям с аборигенной (фоновой) и максимально нарушенной растительностью соответственно.

Вытаптывание является основной причиной формирования рекреационных ландшафтов с характерным зональным строением нарушенного растительного покрова, направленные изменения которого выражены не только в пространстве, но и во времени, то есть синхронизированы с развитием процессов дигрессии. В качестве примера можно выделить 3 основных стадии формирования дорожной сети: начальная, при которой изменяется состав травостоя, но сохраняется высокая степень его проективного покрытия; средняя, с уже четко проявленными колеями, лишенной растительности; конечная, представляющая собой уже полотно грунтовой дороги без растительного покрова (рис. 34).

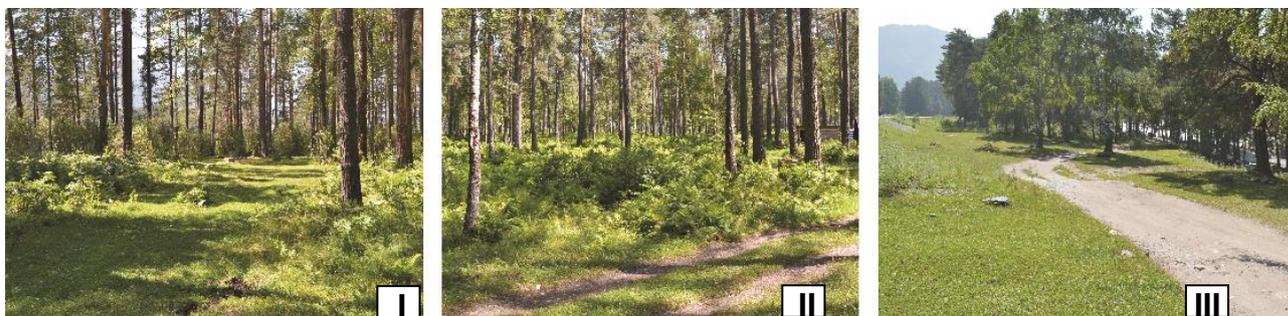


Рисунок 34 – Стадии формирования дорожной сети на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе
Стадии: I – начальная (растительность сохраняется), II – средняя (появление дорожной колеи, лишенной растительного покрова), III – конечная (растительность отсутствует)

Другим примером пространственно-временного изменения травостоя участков рекреации являются различия фенологических фаз его развития в зонах с разной степенью нарушенности почвенного покрова. Они объясняются нарушением жизненных циклов травянистых растений, вызванных уплотнением корнеобитаемого слоя почвы и последующим изменением ее водно-воздушного режима, а также снижением поступления доступных для растений пита-

тельных веществ [37]. В пользу этого утверждения говорит тот факт, что в осенний период на всех изученных участках неорганизованного массового отдыха в зонах с умеренно уплотненным почвенным покровом (твердость 15-25 кг/см²) были отмечены низкотравные виды растительности в фазе отмирания, а травостой смежных с ними зон слабонарушенных почв (8-15 кг/см²) характеризовался фенофазой вторичной вегетации (рис. 35).

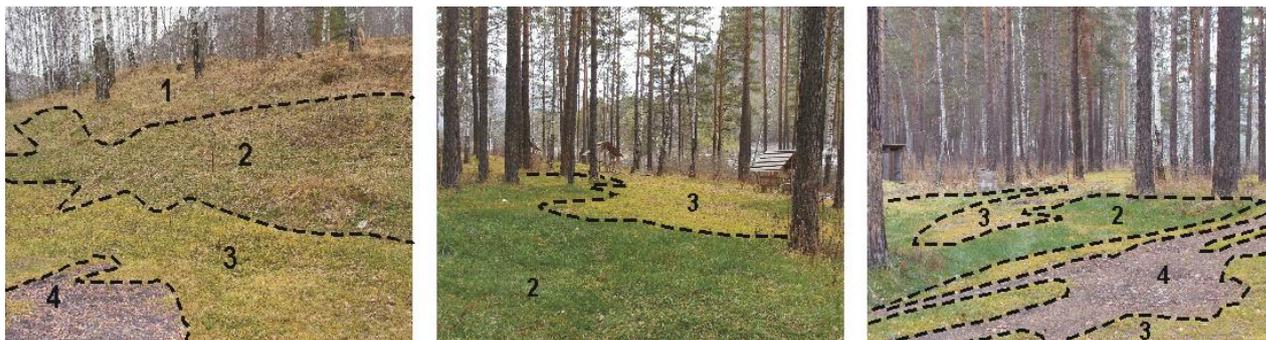


Рисунок 35 – Зональность видового состава и фенологических фаз развития травянистой растительности на участках неорганизованного массового отдыха 1-4 – зоны состояния растительности: 1 – зона преобладания среднетравья в фазе отмирания (1 стадия дигрессии напочвенного покрова); 2– зона преобладания низкотравья в фазе вторичной вегетации (2 стадия); 3 – зона преобладания низкотравья в фазе отмирания (3 стадия); 4 – зона отсутствия травянистого покрова (4-5 стадии дигрессии)

На основании всего выше сказанного можно сделать следующие основные выводы о состоянии природных ландшафтов в Катунском районе:

– устойчивость природных ландшафтов к рекреационным нагрузкам в целом соответствует среднему и высокому уровню и относительно постоянна на всем протяжении КРР;

– аттрактивность рекреационных ландшафтов из-за их захламливания и различных нарушений компонентов окружающей среды в КРР в среднем снижена на 2 балла;

– для КРР характерен слабый и средний уровень механической нарушенности природных ландшафтов;

– все участки неорганизованного массового отдыха в КРР характеризуются умеренно (III класс) и сильно (IV класс) измененным состоянием природных ландшафтов.

4.3 Состояние почв на участках неорганизованного массового отдыха

Как было отмечено, на участках неорганизованного массового отдыха в КРР воздействие на почвенный покров оказывают различные факторы, из которых в экологическом плане наиболее значимо вытаптывание, способствующее уплотнению почв, иногда их переуплотнению с образованием "почвенной" корки, а также изменению их физических свойств и химического состава.

Менее проявлены такие экологические последствия как механическое и термическое нарушение почв, развитие водно-эрозионных процессов, привнос песчано-глинистого материала и пр. Так, на участках рекреации встречается пирогенный отжиг в местах разведения костров, а также отмечено химическое и бактериальное загрязнение почв, возникающее при закапывании ТБО, проливах ГСМ и др. (рис. 36).

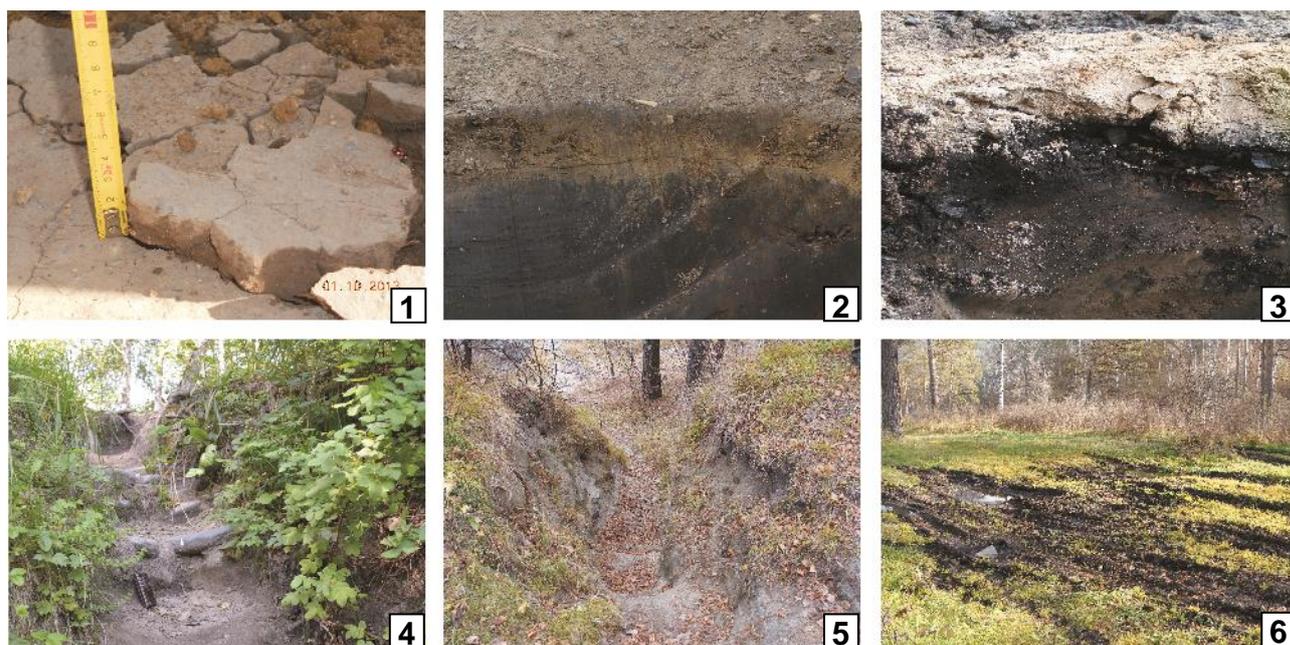


Рисунок 36 – Последствия физического воздействия неорганизованного массового отдыха на почвы участков рекреации

1 – "почвенная корка" (последствия переуплотнения почвы); 2 – нанос песчаного материала на поверхности почвы; 3 – выжженный гумусовый горизонт в местах кострищ; 4-6 – механические нарушения почв: 4 – ступенчатый спуск к реке, 5 – то же размытый временным водотоком, 6 – формы дорожной эрозии почв при буксовании автотранспорта

Специфическим видом воздействия на почвы участков неорганизованной рекреации является перекрытие их плодородного слоя. В КРР встречается два типа подобного воздействия, первый из которых связан с привносом песчаной

фракции аллювиальных отложений рек на полотно троп и грунтовых дорог при перемещении автотранспорта и людей (рис. 36).

Второй тип встречается в основном на участках частично организованной рекреации, а также на изученных участках "Катунские озерки" (Ш2) и "Бирюзовая Катунь" (А1), где в целях предотвращения дорожной эрозии производится отсыпка песчано-галечниковым аллювием съездов, отдельных участков дорог и стоянок туристов (рис. 37). Этот тип перекрытия является целенаправленным организационным мероприятием, способствующим минимизации рекреационного воздействия на почвенный покров.



Рисунок 37 – Примеры перекрытия почв песчано-галечниковой смесью на участках неорганизованной рекреации КРР

1 – съезд с автодороги, 2 – участок грунтовой дороги, 3 – площадка для туристской стоянки

Одним из визуально диагностируемых последствий уплотнения почв, является их "опускание" (до 10-15 см) относительно исходной дневной поверхности рекреационных участков. Это явление наблюдается в зонах 4-5 стадий деградации, приуроченных к сильно нарушенным функциональным элементам таких участков – дорогам, тропам, обедненным зонам и пр. (рис. 38).



Рисунок 38 – Величина "опускания" вытоптанной поверхности почв на участках неорганизованного массового отдыха

На этих стадиях рекреационной дигрессии серые лесные почвы характеризуются уже сильно измененным профилем. В них, как правило, отсутствует или слабо выражен напочвенный горизонт лесной подстилки, а горизонт А представляет собой сильно уплотненную (слитую, бесструктурную) глыбистую массу мощностью до 13-15 см (табл. 33, рис. 39).

Таблица 33 – Профиль серой лесной почвы в Катунском рекреационном районе

Показатели	Площадка Ш2 ("Катунские озерки")		Площадка Ч9 (окраина турбазы "Катунь")	
	Участок отдыха	Фоновый участок	Участок отдыха	Контрольная площадка
	А(14), АВ(16), В	А _д (7), А ₁ (15), АВ(18), В	А(10), В(14), ВС	А _д (9), А ₁ (15), В ₁ (22), В ₂ (23), ВС
Характеристика почвенного горизонта А				
Цвет	Буро-серый	Буровато-серый	Буро-серый	Темно-бурый
Структура	Бесструктурный	Зернисто-комковатый	Бесструктурный	Зернисто-ореховатый
Плотность	Очень плотный	Уплотненный	Очень плотный	Уплотненный
Включения	Включения углей	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют
Грансостав	Легкий суглинок	Легкий суглинок	Суглинок	Суглинок

Примечание: в скобках – мощность почвенных горизонтов, см

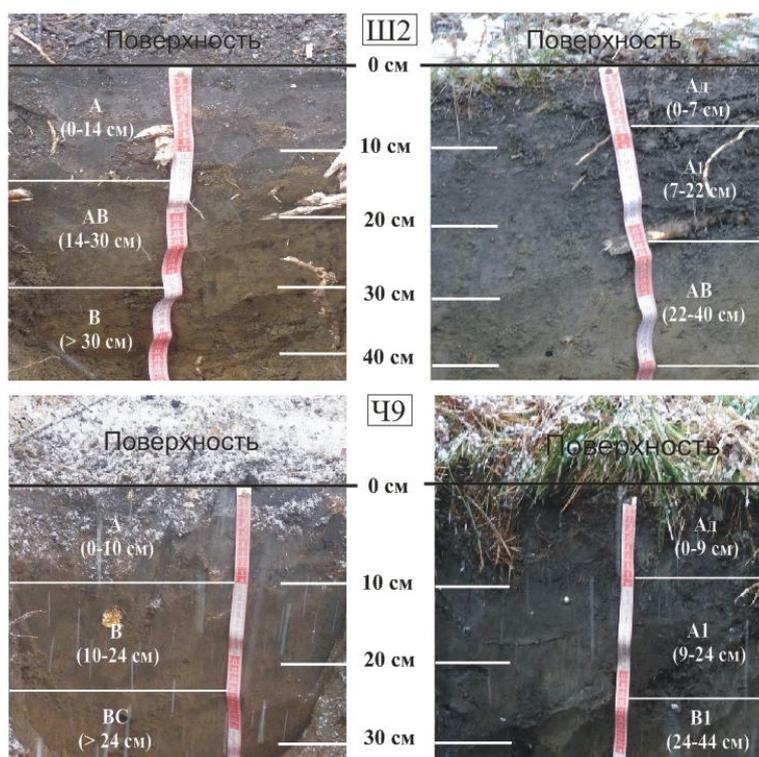


Рисунок 39 – Примеры строения верхних горизонтов профиля почв на участках неорганизованного массового отдыха (слева), контрольных площадках (справа)

Дерновый горизонт, мощность которого в почвах контрольных площадок достигает 7-9 см, в сильно измененных зонах рекреационных участков отсутствует. Анализ отношения мощности почвенного горизонта А₁А_д на контроль-

ных площадках и верхнего горизонта почв участков рекреации Ш2 и Ч9 говорит об "уплотнении" их почвенного профиля в среднем на 8-14 см, что в 1,6 и 2,4 раза соответственно превышает исходную мощность горизонта А [78]. Несмотря на столь значительные различия в мощностях верхних горизонтов почв рекреационных участков и контрольных площадок, примененный в ходе исследования подход поинтервального их сравнения можно считать вполне корректным, так как на большинстве участков отклонения от фона значений свойств и состава почв составляют не более $\pm 0,02$ ед.

4.3.1 Физические свойства почв и их изменения

Неравномерное распределение механических нагрузок на площади участков неорганизованного массового отдыха КРР приводит к контрастному изменению большинства физических характеристик почвенного покрова, причем как по горизонтали, так и по профилю почв. Из изученного комплекса свойств наиболее показательной является твердость почвы, которая на поверхности участков рекреации изменяется от 12 до 70 кг/см², а на контрольных площадках ее значения составляют 3-7 кг/см². Максимальные значения твердости на поверхности почв приурочены к активно используемым функциональным элементам участков массового отдыха (дороги, тропы, обеденные и прикостровые зоны), занимающим 5-10 % от площади рекреационных участков.

В переуплотненных почвах таких территорий одними из первых изменяются их водно-физические показатели, в частности, водопроницаемость, обуславливающая способность почвы впитывать необходимую для биоты влагу. Водопроницаемость заметно снижается в суглинистых почвах уже на 2-й стадии дигрессии, а в супесчаных почвах на 3-й стадии.

Результаты определения водопроницаемости почв на рекреационных участках "Черемшанка" и "Бирюзовая Катунь" показали, что она варьируется в широких пределах – от наилучшей до удовлетворительной и неудовлетворительной, причем последние классы водопроницаемости проявлены для почв, чей уровень дигрессии превышает 3-ю стабилизированную стадию (рис. 40).

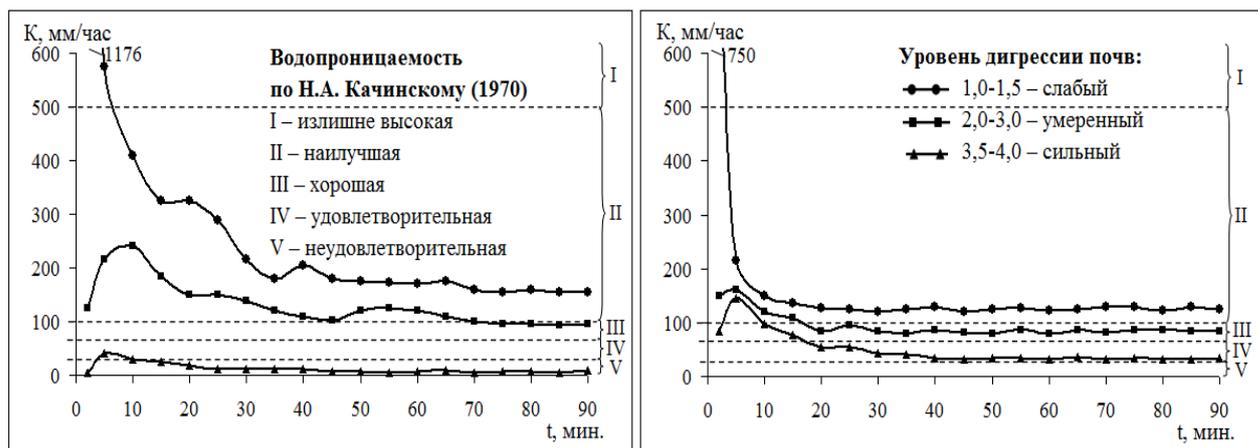


Рисунок 40 – Водопроницаемость почв участков массового отдыха "Черемшанка" (слева) и "Бирюзовая Катунь" (справа)

Для таких почв в первые минуты эксперимента отмечено отсутствие проницаемости, что связано с наличием на их поверхности специфического образования, называемого "почвенной коркой" [107]. Она выделяется в почвенном профиле наиболее высокими значениями твердости (до 80-100 кг/см²), более тяжелым механическим составом и четко выраженной слоистой текстурой. Установленная максимальная мощность "почвенной корки" на туристских тропах КРР составляет 5-6 см, ее твердость в 4-5 раз выше, чем нижележащего слоя.

Последствия уплотнения верхней части профиля почвы и образования почвенной корки приводят к разрушению структуры почвы и, как следствие, к исчезновению крупных пор, участвующих в движении и испарении внутрипочвенной влаги и воздуха. Нарушение этих процессов способствует иссушению почвы, а на участках с избыточным увлажнением создает условия, приводящие к формированию локальных зон малоподвижных поровых вод (рис. 41).

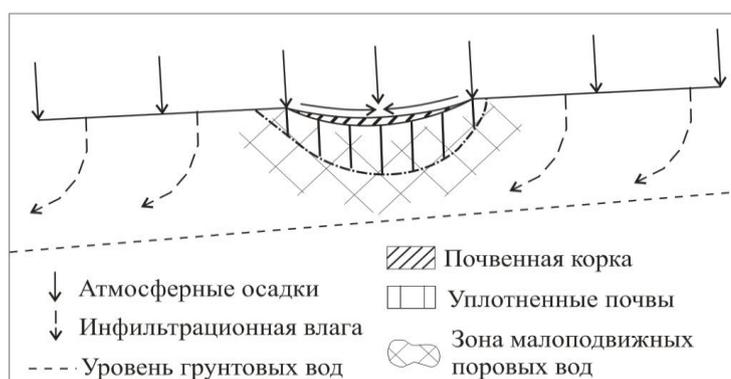


Рисунок 41 – Принципиальная схема образования зоны малоподвижных

капиллярных вод на участках интенсивно уплотненных почв К числу "показательных" физических свойств почв рекреационных участков относятся особенности их термического режима. В теплый период года такие почвы лишены защитного растительного покрова, что приводит к их более интенсивному прогреву, глубина распространения которого в отличие от других физических свойств, в том числе твердости, превышает 0,5 м (рис. 42).

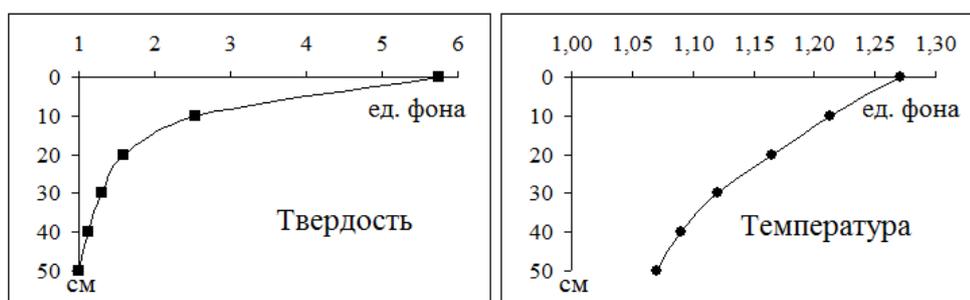


Рисунок 42 – Характер изменения с глубиной температуры и твердости почв на участках неорганизованного массового отдыха

Нарушения термического режима почв рекреационных участков характерны и для холодного периода года. Наблюдения за глубиной промерзания почв на типичном для КРР участке неорганизованного массового отдыха "Черемшанка" показали, что за зимние месяцы 2013-2014 гг. она составила 64 см, что на 24 см или в 1,6 раза больше глубины промерзания на контрольной площадке (табл. 34).

Таблица 34 – Динамика промерзания и оттаивания почв на участке неорганизованного массового отдыха "Черемшанка" в сезоне 2013-2014 гг.

Объекты	Средняя глубина промерзания почвенного профиля, см*					
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
Участок "Черемшанка"	15	33	50	64	55	0
Контрольная площадка	9	20	31	40	35	0
Участок/площадка, %	167	165	161	160	157	–

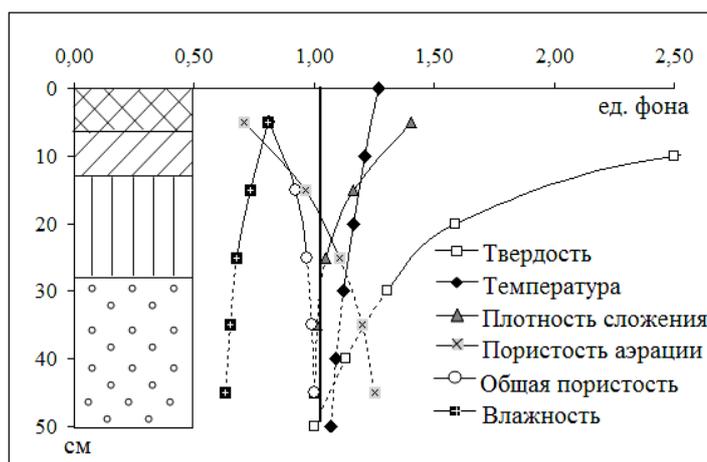
* – третья декада месяца

Установлено, что на участках неорганизованной рекреации из изученных физических свойств почв в наименьшей степени изменяются их температура, плотность сложения и общая пористость. Значения последних показателей в приповерхностном слое (0-10 см) превышают фон всего в 1,2-1,4 раза, а на глубине 20-30 см близки к таковым на контрольных площадках (табл. 35).

Таблица 35 – Физические свойства почв на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели	Интервал 0-10 см (n=34)			Интервал 10-20 см (n=34)			Интервал 20-30 см (n=34)		
	lim	\bar{x}	ед. фона	lim	\bar{x}	ед. фона	lim	\bar{x}	ед. фона
Температура, °С	7-27	16±2	1,24	6-23	14±1	1,19	6-19	13±1	1,15
Твердость, кг/см ²	10-55	23±2	4,14	6-31	14±1	2,06	3-16	8±1	1,45
Плотность, г/см ³	1,14-1,56	1,30±0,02	1,40	1,09-1,45	1,23±0,02	1,16	0,96-1,32	1,16±0,02	1,03
Общая пористость, %	41,4-59,6	51,8±1,1	0,81	46,3-62,8	56,1±1,2	0,92	51,3-66,6	59,2±1,2	0,99
Пористость аэрации, %	16,8-47,0	31,2±2,0	0,71	31,1-54,3	42,8±1,5	0,96	37,6-62,1	49,0±1,6	1,11
Влажность, %	6,2-30,5	16,0±1,6	0,81	2,8-23,8	10,9±1,0	0,73	2,0-20,8	8,8±0,9	0,68

В целом же для большинства физических свойств почв изученных рекреационных участков характерно превышение на 20-40 % фоновых значений в приповерхностном слое 0-10 см и на 3-15 % в интервале 20-30 см. Разнонаправленный характер распределения свойств по профилю почв обуславливает как превышение, так и уменьшение их значений относительно контроля (рис. 43).



Степень уплотнения почв: \square очень сильная; \square сильная; \square умеренная; \square слабая

Рисунок 43 – Поведение на глубине физических свойств почв участков неорганизованного массового отдыха

Практически для всех физических свойств изученных рекреационных участков характерно затухание с глубиной их отклонений от фона. Исключение составляют только влажность и связанная с ней обратной зависимостью пористость аэрации почвы, что связано со снижением водопроницаемости верхних уплотненных слоев почвы и перераспределением воздуха в порах нижележащих горизонтов. Можно предполагать, что значения влажности и пористости будут сближаться с фоновыми по мере приближения к уровню грунтовых вод.

Примечательно, что максимальное значение твердости почв в поверхностном слое (0-5 см) резко уменьшается в интервале 5-10 см, что объясняется наличием вышеотмеченной "почвенной корки", имеющей листовато-слоистую параллельную дневной поверхности структуру и гидрослюдястые новообразования на плоскостях пластин отслаивания.

Изучение фракций гранулометрического состава почв (< 0,05; 0,05-0,25; 0,25-1 и >1 мм) показало, что, несмотря на некоторые природные различия в северной и южной частях КРР (в северной части доля крупного песка несколько выше), при воздействии рекреации они претерпевают однотипные изменения. Последние выражаются, главным образом, в уменьшении на 20-35 % доли фракции крупного песка (0,25-1 мм) и в повышении на эту величину доли среднего и мелкого песка (0,05-0,25 мм) (рис. 44).

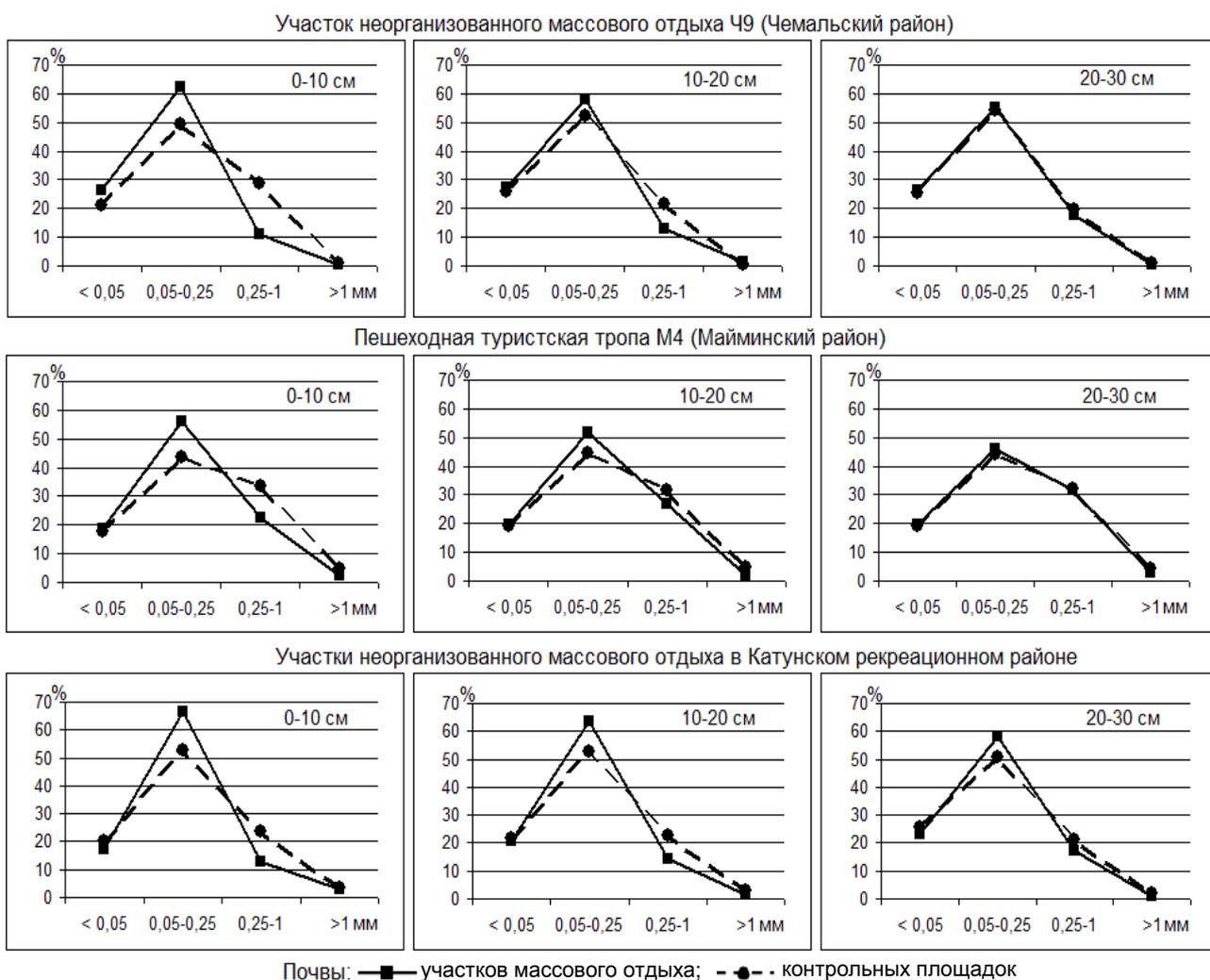


Рисунок 44 – Изменения гранулометрического состава почв на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Подобный переход, по-видимому, обусловлен процессом измельчения крупнопесчаной фракции почв и почвообразующих супесей под воздействием механических нагрузок, то есть давления при ходьбе человека и передвижении автомобилей [74]. Можно предполагать, что эти нагрузки носят умеренный характер, поскольку доля тонкого песка и физической глины в почвах участков рекреации изменяется в целом незначительно – до 5 % (табл. 36).

Таблица 36 – Параметры распределения фракций гранулометрического состава почв на участках неорганизованного массового отдыха КРР

Фракции, мм	Интервал 0-10 см (n=28)				Интервал 10-20 см (n=28)				Интервал 20-30 см (n=28)			
	lim, %	\bar{x} , %	σ	V, %	lim, %	\bar{x} , %	σ	V, %	lim, %	\bar{x} , %	σ	V, %
>1	0,2-12,2	2,9±0,1	0,3	35,7	0,2-7,5	1,3±0,1	0,4	32,4	0,1-4,6	0,9±0,3	1,2	39,2
0,25-1	3,1-30,5	13,0±0,6	2,4	18,5	3,3-35,1	14,1±0,5	1,8	13,1	3,8-41,2	17,5±0,7	2,6	14,2
0,05-0,25	43,6-88,2	66,6±0,6	2,5	3,8	51,2-81,4	63,7±0,6	2,2	3,5	40,6-76,6	58,3±0,7	2,7	4,7
<0,05	8,5-27,5	17,5±0,3	1,3	6,7	12,1-29,3	20,9±0,3	1,1	5,4	13,0-31,6	23,3±0,3	1,2	5,7

С целью расширения спектра индикаторов экологического состояния почв участков неорганизованной рекреации был использован метод каппаметрии, ранее успешно апробированный для целей экспресс-определения степени техногенного загрязнения почв [63]. Его применение основано на установленном факте накопления в почвах ферромагнитных соединений элементов группы железа (Fe, Mn, Cr, V и пр.), реже других тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb и др.), содержащихся в выбросах промпредприятий, котельных, автотранспорта и пр.

Поскольку на участках массовой рекреации постоянно присутствуют автомобили, существует теоретическая предпосылка увеличения природной интенсивности намагничивания почв за счет дополнительного поступления в них тяжелых металлов, содержащихся в выбросах этих транспортных средств.

Результаты измерений показали, что значения магнитной восприимчивости (α) почв участков рекреации и контрольных площадок в целом нарастают с глубиной (рис. 45), но их отношение при этом уменьшаются с 4,4 до 1 (табл. 37).

Таблица 37 – Параметры распределения магнитной восприимчивости (10^{-5} ед. СИ) в профиле почв на объектах неорганизованного массового отдыха

Изученные объекты		Интервал 0-10 см			Интервал 10-20 см			Интервал 20-30 см		
		lim	\bar{x}	ед. фона	lim	\bar{x}	ед. фона	lim	\bar{x}	ед. фона
Участок Черемшанка	Зона слабых изменений	31-44	38	1,1	39-50	46	1,0	41-58	50	1,0
	Зона сильных изменений	45-77	58	1,5	45-75	56	1,3	46-65	54	1,0
	Зона кострищ	122-206	164	4,4	218-260	239	3,8	334	334	3,0
Камышлинская тропа		25-66	45	1,6	29-68	50	1,2	28-81	55	1,0

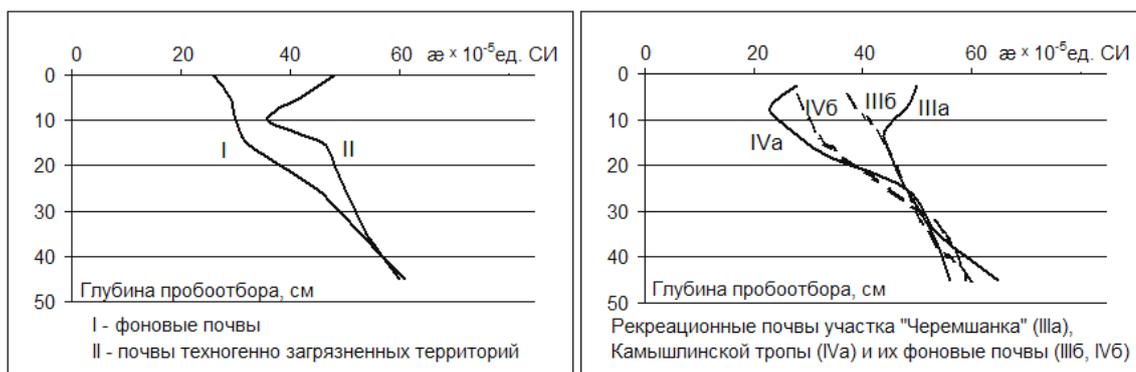


Рисунок 45 – Графики изменения α почв с глубиной по [63] (слева) и на участках неорганизованного массового отдыха в КРР (справа)

Аномальными значениями α более 100×10^{-5} СИ или 3-4-х фонов, как в зонах влияния техногенных источников [54], выделяются места разведения костров и загрязненные золой участки, то есть почвы, испытавшие термическое воздействие, при котором происходит восстановление оксидов железа.

Полученные графики изменения α почв с глубиной в целом близки к таковым для почв техногенно загрязненных территорий Западной Сибири [63], но имеют и ряд существенных отличий. Так, для изученных объектов рекреации слабее выражено увеличение α поверхностного слоя почв и его меньшая мощность – 7-12 см, а также установлены более слабые различия между графиками распределения α рекреационных и фоновых почв (рис. 45). На основании этого можно предполагать, что уровень воздействия рекреантов и их автотранспорта на изменение естественной намагниченности почв в целом незначительное.

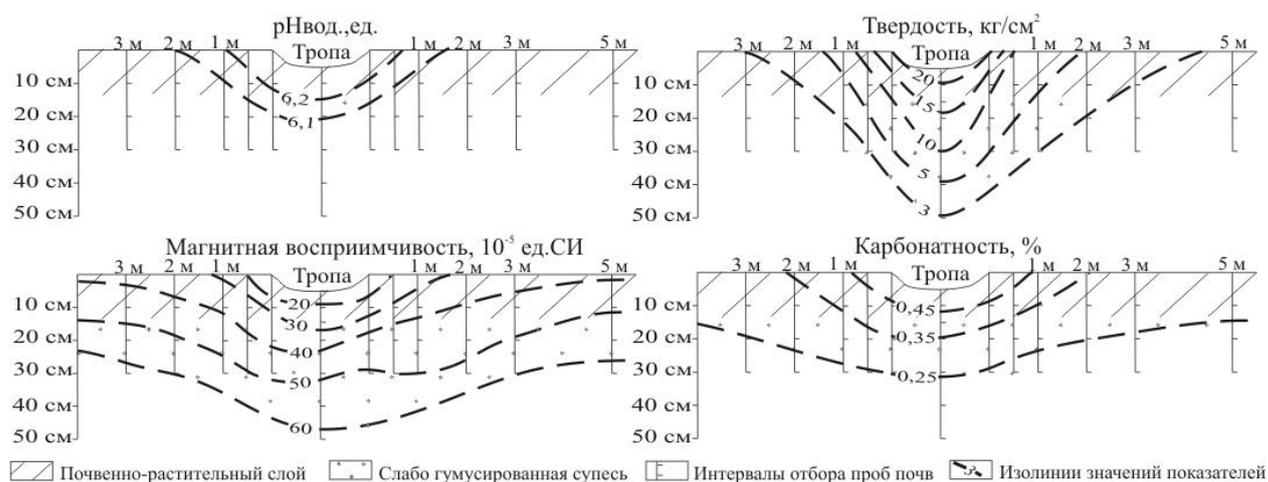
Изучение особенностей пространственного распределения α и твердости на площади участка неорганизованной рекреации "Черемшанка" показало их тесную сопряженность со стадиями дигрессии поверхностного горизонта почв. Повышенные значения этих свойств присущи почвам функциональных зон 3-4 стадий дигрессии – грунтовым дорогам, тропам, стоянкам отдыхающих и пр.

Ясно выраженные тенденции поведения показателей состояния почв (α , твердость, рН, карбонатность) были выявлены в поперечном профиле через линейный объект – Камышлинскую тропу. Непосредственно "под тропой" и частично на смежной с ней территории выявлена область повышенных (для α пониженных) относительно фона значений этих параметров (табл. 38, рис. 46).

Таблица 38 – Параметры распределения с глубиной свойств и состава почв линейного объекта "Камышлинская тропа"

Показатели (n=83)	Инт. 0-10 см			Инт. 10-20 см			Инт. 20-30 см			Инт. 30-40 см			Инт. 40-50 см		
	max	\bar{x}	ед.фон	max	\bar{x}	ед.фон	max	\bar{x}	ед.фон	max	\bar{x}	ед.фон	max	\bar{x}	ед.фон
Твердость, кг/см ²	44	22	4,66	17	8	1,88	15	6	1,53	6	5	1,14	8	8	1,00
α , 10 ⁻⁵ ед. СИ	77	49	1,41	75	45	1,19	81	53	0,97	56	55	0,95	65	63	0,98
pH вод., ед.	7,51	6,56	1,10	7,20	6,45	1,05	7,07	6,13	1,03	6,76	6,41	1,02	6,51	6,31	1,00
Карбонатность, %	3,17	0,79	1,46	2,54	0,57	1,41	0,93	0,35	1,15	0,71	0,36	1,04	0,63	0,33	1,03
Среднее по интервалам	2,16			1,38			1,17			1,03			1,00		

В профиле через тропу изменения pH почв прослеживаются до глубины 20 см, карбонатности и магнитной восприимчивости до 40 см, твердости до 50 см (рис. 46). При этом наибольшие изменения всех показателей отмечены непосредственно на тропе и, частично, на расстоянии до 2-2,5 м от ее краев, которое можно условно считать шириной зоны влияния этого линейного рекреационного объекта на состояние почв прилегающей территории.



Рассмотренные изменения физических свойств почв свидетельствуют о довольно значительном их преобразовании, в том числе о нарушении существующих и образовании новых взаимосвязей между ними. Так, анализ их корреляционных связей показал, что спектр показателей и число значимых связей для фоновых и рекреационных почв заметно отличаются. В частности, на изученных участках неорганизованной рекреации более чем в 2 раза уменьшилось число значимых связей у таких показателей состояния почв как температура, твердость, пористость аэрации и др. Напротив, увеличение количества связей характерно для плотности твердой фазы и влажности почв (рис. 47).

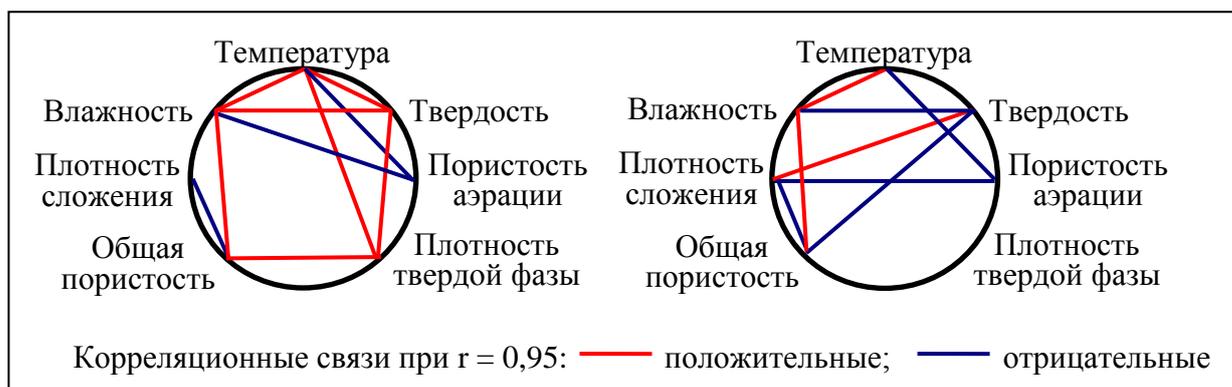


Рисунок 47 – Характер корреляционных связей физических свойств почв на участках рекреации (слева) и контрольных площадках (справа)

Наибольшее число значимых связей между физическими свойствами для изученных интервалов почвенного профиля выявлено для почв контрольных площадок, в их приповерхностном слое зависимостей на 40 % больше, чем в почвах участков рекреации. На глубине 20-30 см эта разница уже не превышает 5 %, то есть, как и в случае с абсолютными значениями физических свойств наблюдается "затухание" нарушений почв с глубиной (табл. 39).

Таблица 39 – Корреляционные связи физических свойств почв участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Участки	Контроль n = 42 глубина, см	Температура			Плотность сложения			Плотность твердой фазы			Влажность			Общая пористость			
		10	20	30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	
рекреации n = 102	Темпе- ратура	10	1,00	0,99	0,99	-0,02	0,14	0,28	0,51	0,71	0,72	0,68	0,74	0,67	0,26	0,30	0,37
		20	0,98	1,00	0,99	-0,01	0,14	0,22	0,52	0,72	0,72	0,64	0,71	0,66	0,25	0,31	0,42
		30	0,95	0,98	1,00	-0,03	0,13	0,24	0,50	0,70	0,70	0,66	0,71	0,64	0,25	0,31	0,39
Плотность сложения	0-10	0,00	0,00	-0,02	1,00	0,89	0,55	0,41	-0,10	-0,29	-0,52	-0,18	-0,08	-0,91	-0,75	-0,58	
	10-20	0,10	0,09	0,07	0,87	1,00	0,67	0,44	-0,05	-0,19	-0,27	0,02	0,15	-0,79	-0,80	-0,58	
	20-30	0,20	0,17	0,11	0,67	0,86	1,00	0,34	0,11	0,02	0,17	0,28	0,30	-0,45	-0,46	-0,62	
Плотность твердой фазы	0-10	0,43	0,45	0,52	0,25	0,23	0,18	1,00	0,76	0,64	0,25	0,46	0,40	-0,01	0,12	0,30	
	10-20	0,76	0,81	0,82	0,24	0,28	0,23	0,55	1,00	0,97	0,51	0,47	0,34	0,46	0,63	0,69	
	20-30	0,74	0,77	0,80	0,21	0,22	0,17	0,61	0,97	1,00	0,63	0,53	0,40	0,62	0,73	0,77	
Влажность	0-10	0,52	0,49	0,55	-0,24	-0,17	-0,23	0,26	0,33	0,38	1,00	0,88	0,76	0,68	0,51	0,38	
	10-20	0,45	0,37	0,41	-0,32	-0,19	-0,11	0,25	0,12	0,17	0,77	1,00	0,93	0,39	0,27	0,24	
	20-30	0,33	0,24	0,25	-0,24	-0,15	-0,04	0,15	0,00	0,07	0,59	0,88	1,00	0,26	0,09	0,12	
Общая пористость	0-10	0,31	0,32	0,39	-0,65	-0,57	-0,44	0,57	0,19	0,27	0,42	0,48	0,34	1,00	0,89	0,77	
	10-20	0,52	0,57	0,60	-0,57	-0,64	-0,56	0,25	0,55	0,58	0,42	0,27	0,13	0,65	1,00	0,87	
	20-30	0,47	0,52	0,58	-0,33	-0,45	-0,59	0,37	0,62	0,69	0,49	0,23	0,08	0,55	0,89	1,00	

Примечание: жирным шрифтом выделены значения парной корреляции при $r = 0,95$

Небезынтересно отметить некоторые отличия в характере и степени зависимости изученных свойств почв от стадий их дигрессии для участков рекреации в южной и северной частях КРР. Так, ранее отмеченные отличия водопо-

нищаемости существенно суглинистых (Майминский район) и супесчаных (Чемальский район) почв, позволяют говорить о более высокой степени устойчивости последних к рекреационным нагрузкам, в частности к уплотнению и образованию почвенной корки, препятствующей инфильтрации атмосферных осадков в почву.

Изначально более низкие значения твердости и плотности сложения серых супесчаных почв южной части КРР способствуют их более медленному переходу от одной стадии рекреационной дигрессии к другой, происходящему при более низких значениях физических свойств по сравнению с суглинистыми почвами (рис. 48).

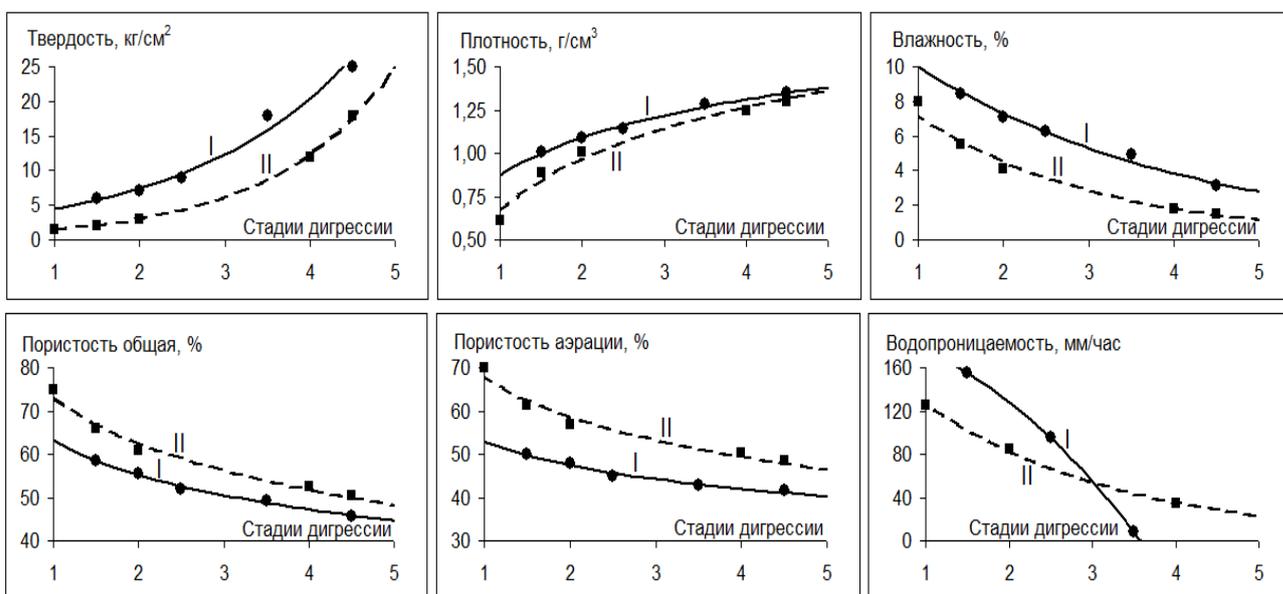


Рисунок 48 – Зависимость свойств темно-серых суглинистых (I) и серых супесчаных (II) почв от уровня их дигрессии

Важно также отметить, что в соответствии с установленными зависимостями и значениями физических свойств на детально изученных участках неорганизованного массового отдыха преобладает 3-я и, в меньшей степени, 4-я стадии дигрессии почв. Эти оценки в целом несколько выше уровня рекреационной дигрессии, определенной по методу ОСТ 56-100-95, что позволяет говорить о более высокой чувствительности метода оценки экологического состояния "рекреационных" почв по их специфическим физическим и водно-физическим свойствам.

4.3.2 Особенности химического состава почв

Химический состав почв при неорганизованном массовом отдыхе подвергается более слабому изменению, чем большинство их физических свойств. Это связано с тем, что на участках рекреации слабо выражено химическое загрязнение почв и отсутствуют факторы, интенсивно влияющие на перераспределение химических элементов и их соединений [10, 45, 97, 107].

Известно, что основные черты элементного состава почвы наследуют от материнских почвообразующих пород. Почвы под влиянием различных физических и химических процессов создают условия, необходимые для образования доступных растениям форм азота, фосфора, калия, микроэлементов и пр.

На изученных участках неорганизованной рекреации установлено заметное подщелачивание поверхностного горизонта почв (на 5-9 % выше фона), обусловленное, в основном, увеличением в 1,5 раза их карбонатности на фоне относительного снижения в 1,3 раза содержания обменного кальция (табл. 40).

Таблица 40 – Показатели химического состава почв на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели	Интервал 0-10 см (n=34)			Интервал 10-20 см (n=34)			Интервал 20-30 см (n=34)		
	lim	\bar{x}	ед. фона	lim	\bar{x}	ед. фона	lim	\bar{x}	ед. фона
pHвод, ед.	6,13-7,68	6,72±0,09	1,05	6,20-7,76	6,79±0,10	1,03	6,28-8,05	6,86±0,12	1,02
Гумус, %	2,1-6,9	3,9±0,3	0,62	1,1-5,0	2,4±0,2	0,75	0,5-4,9	1,7±0,2	0,80
ЕКО, мг-экв./100 г	5,3-63,8	26,3±3,1	0,56	3,8-49,9	20,5±2,7	0,72	2,3-41,1	15,5±2,4	0,83
Солесодержание, мг/кг	10-90	41±6	2,06	10-60	28±5	1,55	10-60	23±5	1,24
Карбонатность, %	0,5-4,0	1,4±0,2	1,54	0,4-4,1	1,3±0,3	1,37	0,3-4,7	1,4±0,4	1,21
Саобм, ммоль/100 г	6,7-13,5	9,6±0,5	0,78	2,2-13,4	8,2±0,5	0,83	1,7-13,4	7,1±0,5	0,88
Нитраты, мг/кг	2,9-36,2	16,3±2,1	1,11	1,8-18,7	9,0±1,0	1,09	0,6-12,2	7,2±1,2	1,08
P ₂ O ₅ , мг/кг	48,7-799,2	181,8±24,7	0,53	49,6-848,6	224,9±26,4	0,59	62,3-930,0	264,5±28,8	0,63
Среднее отклонение от фона		1,54			1,33			1,22	

Для поверхностного горизонта "рекреационных" почв характерно пониженное значение емкости катионного обмена (в 1,8 раза), а также содержания гумуса (1,6 раза) и пятиоксида фосфора (1,9 раза), необходимых для нормального роста и развития растений. Основными причинами подобных негативных изменений являются выбивание гумусового слоя, уплотнение и нарушение водно-физических свойств верхних горизонтов почв, где происходят основные биогеохимические процессы, в том числе процессы окисления фосфора.

Отклонения от фона значений вышеотмеченных показателей химического состава "рекреационных" почв постепенно уменьшаются вниз по профилю и на глубине 15-40 см они практически не отличаются от контроля (рис. 49).

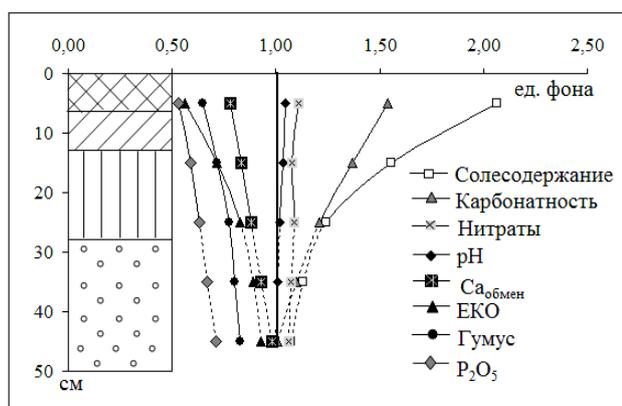


Рисунок 49 – Изменение с глубиной показателей химического состава почв участков неорганизованного массового отдыха

На примере латерального и профильного изменения свойств и состава почв Камышлинской тропы был установлен обобщенный контур распределения аномальных значений pH водной фазы и карбонатности "рекреационных" почв, а также их связи с изменениями ее твердости. Этот контур в поперечном сечении имеет форму усеченного конуса с обращенной вниз вершиной на глубине около 50 см. На поверхности его границы проходят параллельно тропе на расстоянии 2,5-3,5 м от нее, в среднем в 3 м. Незначительные изменения свойств и состава почв встречаются на расстоянии до 4 м от края тропы (рис. 50).

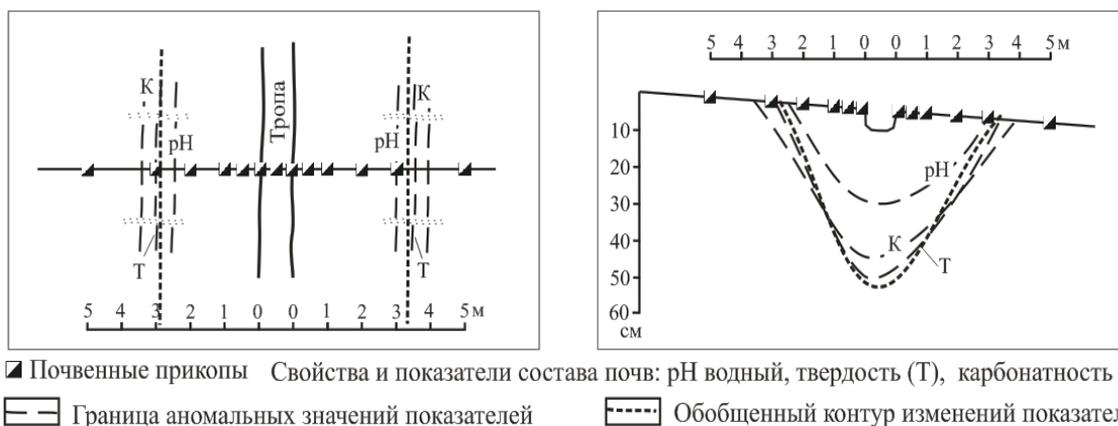


Рисунок 50 – Обобщенный характер распределения свойств и показателей состава почв Камышлинской тропы в плане (слева) и на глубине (справа)

Изучение площадного распределения ряда показателей состояния почв (рН, α , твердость) на типовом участке рекреации "Черемшанка" (М8) показало приуроченность их повышенных значений к функциональным зонам с высоким уровнем почвенной дигрессии (3-4 стадии). Так, в местах кострищ проявлены максимальные значения магнитной восприимчивости почв, на дороге и обеденной зоне – высокие значения твердости и рН водной фазы почв (рис. 51).



Как и в случае с физическими свойствами, для элементного состава почв участков рекреации спектр и число корреляционных связей сильно отличается от такового для почв контрольных площадок. Для "рекреационных" почв характерно нарушение структуры и уменьшение взаимосвязей показателей химического состава исходных почв, сохраняются только прямые связи между содержанием кальция и гумуса, а также между рН, солесодержанием и карбонатностью почв (рис. 52).

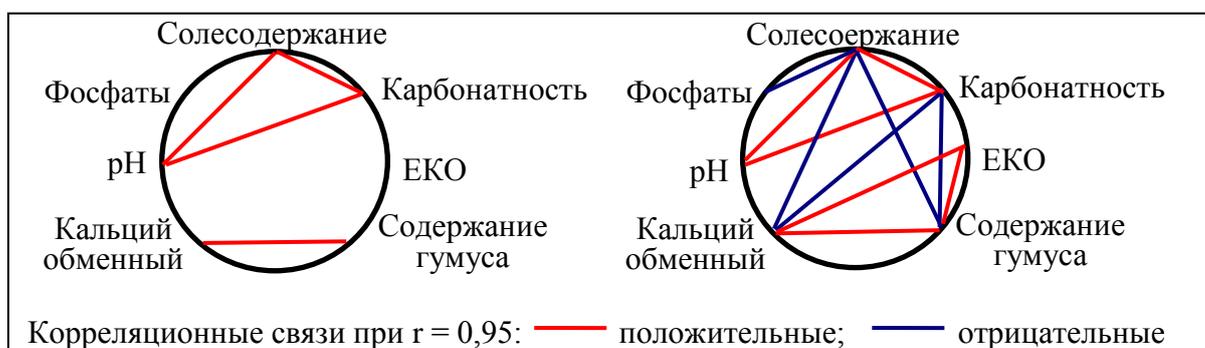


Рисунок 52 – Характер корреляционных связей показателей химического состава почв на участках рекреации (слева) и контрольных площадках (справа)

Для числа корреляционных связей между свойствами и показателями состава почв проявлены разнонаправленные тренды изменения по профилю почв. При этом для большинства физических свойств почв участков рекреации характерно превышение числа значимых связей и амплитуды их изменения с глубиной над таковыми для почв контрольных площадок (табл. 41).

Таблица 41 – Изменение с глубиной числа значимых корреляционных связей свойств и состава почв на участках неорганизованной рекреации

Инт., см	Температура	Твердость	Плотность сложения	Плотность твердой фазы	Влажность	Пористость	Пористость азрации
0-10	13(8)	9(6)	4(7)	8(2)	12(8)	9(7)	6(10)
10-20	12(8)	5(3)	6(7)	9(7)	9(8)	12(7)	7(8)
20-30	11(8)	2(2)	7(6)	10(10)	5(8)	13(8)	8(7)
Инт., см	ЕКО	Карбонатность	Содержание:				
			солей	Са _{обмен}	гумуса		
0-10	2(6)	9(13)	9(17)	8(12)	9(13)		
10-20	5(6)	8(12)	8(16)	7(12)	8(11)		
20-30	6(7)	6(12)	7(14)	6(12)	7(5)		

Примечание: в скобках число значимых ($r = 0,95$) связей для почв контрольных площадок

Для корреляционных связей показателей химического состава "рекреационных" и фоновых почв (табл. 42) проявлена обратная тенденция, выражающаяся в превалировании числа значимых связей для почв контрольных площадок.

Таблица 42 – Корреляционные связи показателей химического состава почв участков неорганизованного массового отдыха

Участки	Контроль, n = 42 глубина, см	рН вод.			Солевой состав			Карбонатность			Гумус		
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Рекреации, n = 102	0-10	1,00	0,92	0,82	0,72	0,75	0,77	0,78	0,78	0,80	-0,34	-0,12	0,09
	10-20	0,91	1,00	0,96	0,64	0,63	0,67	0,73	0,72	0,84	-0,35	-0,11	0,08
	20-30	0,76	0,95	1,00	0,55	0,55	0,58	0,67	0,66	0,83	-0,28	-0,05	0,08
Солесодержание	0-10	0,42	0,45	0,42	1,00	0,97	0,96	0,93	0,93	0,79	-0,64	-0,57	-0,35
	10-20	0,45	0,38	0,29	0,83	1,00	0,98	0,94	0,96	0,80	-0,64	-0,56	-0,37
	20-30	0,34	0,34	0,27	0,69	0,88	1,00	0,96	0,98	0,83	-0,67	-0,59	-0,37
Карбонатность	0-10	0,57	0,55	0,52	0,78	0,75	0,59	1,00	0,96	0,83	-0,65	-0,57	-0,33
	10-20	0,55	0,61	0,61	0,70	0,73	0,68	0,85	1,00	0,91	-0,70	-0,59	-0,36
	20-30	0,62	0,73	0,77	0,57	0,61	0,61	0,69	0,89	1,00	-0,59	-0,37	-0,21
Гумус	0-10	-0,02	-0,01	-0,01	-0,28	-0,44	-0,45	-0,16	-0,24	-0,14	1,00	0,72	0,32
	10-20	0,04	0,14	0,14	-0,09	-0,34	-0,34	-0,09	-0,09	-0,09	0,73	1,00	0,82
	20-30	0,15	0,25	0,21	0,00	-0,23	-0,21	-0,11	-0,08	-0,08	0,50	0,82	1,00

Примечание: жирным шрифтом выделены значения парной корреляции при $r = 0,95$

Между показателями химического состава и физическими свойствами почв участков неорганизованной рекреации и контрольных площадок также имеются значимые разнонаправленные связи. На примере связей температуры и влажности почв с показателями их химического состава (табл. 43) видно, что максимальное их число проявлено для почв контрольных площадок.

Эти закономерности говорят о том, что уплотнение почв при рекреации существенно нарушает естественные связи свойств и состава исходных почв.

Таблица 43 – Корреляционные связи физических свойств и химического состава почв участков неорганизованного отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели	глубина, см	рН вод.			Солевой состав			Фосфаты			Карбонатность			Гумус		
		10	20	30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Участки неорганизованного массового отдыха (n = 102)																
Температура	10	0,01	-0,05	-0,09	-0,38	-0,43	-0,51	0,47	0,53	0,56	-0,19	-0,31	-0,20	0,40	0,35	0,14
	20	0,06	0,01	-0,02	-0,35	-0,40	-0,49	0,52	0,56	0,60	-0,15	-0,29	-0,18	0,37	0,34	0,12
	30	-0,01	-0,05	-0,08	-0,36	-0,44	-0,54	0,50	0,57	0,60	-0,18	-0,34	-0,23	0,43	0,38	0,14
Влажность	0-10	-0,14	-0,27	-0,37	-0,44	-0,39	-0,51	0,05	0,16	0,25	-0,31	-0,37	-0,42	0,61	0,40	0,21
	10-20	-0,15	-0,25	-0,33	-0,39	-0,41	-0,46	0,15	0,15	0,24	-0,31	-0,37	-0,42	0,61	0,54	0,45
	20-30	-0,13	-0,20	-0,29	-0,19	-0,26	-0,28	0,11	0,10	0,15	-0,24	-0,33	-0,37	0,48	0,38	0,42
Фоновые участки (n = 42)																
Температура	10	-0,41	-0,43	-0,33	-0,72	-0,63	-0,68	0,85	0,89	0,88	-0,63	-0,64	-0,56	0,70	0,70	0,41
	20	-0,36	-0,37	-0,26	-0,70	-0,60	-0,66	0,87	0,90	0,89	-0,59	-0,61	-0,52	0,68	0,71	0,43
	30	-0,39	-0,41	-0,28	-0,71	-0,62	-0,67	0,88	0,92	0,89	-0,60	-0,62	-0,53	0,69	0,71	0,43
Влажность	0-10	-0,57	-0,71	-0,65	-0,62	-0,55	-0,60	0,49	0,58	0,64	-0,66	-0,67	-0,70	0,65	0,39	0,00
	10-20	-0,44	-0,59	-0,59	-0,68	-0,62	-0,66	0,68	0,70	0,77	-0,67	-0,72	-0,76	0,61	0,49	0,28
	20-30	-0,48	-0,63	-0,66	-0,66	-0,61	-0,66	0,68	0,69	0,74	-0,67	-0,73	-0,78	0,43	0,46	0,34

Примечание: жирным шрифтом выделены значения парной корреляции при $r = 0,95$

Кроме охарактеризованных изменений свойств и состава "рекреационных" почв, намечено заметное снижение их целлюлозолитической активности, что указывает на уменьшение их биологической активности, главным образом, из-за деградации содержащего микроорганизмы гумусового слоя (табл. 44).

Таблица 44 – Целлюлозолитическая активность почв участков рекреации, балл

Объекты	М8	М4	Ш2	Ч9	Ч1	Среднее
Участки рекреации	1,4	1,3	1,3	1,5	1,3	1,36
Контрольные площадки	2,5	1,8	2,0	1,5	2,5	2,06
Рекреация / контроль, ед.	0,56	0,72	0,65	1,0	0,52	0,66

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

- для участков неорганизованной рекреации КРР характерны ясно выраженные разнонаправленные изменения большого комплекса физических свойств и, в меньшей степени, показателей химического состава почв;
- изменения физических свойств и показателей химического состава почв на участках неорганизованного массового отдыха приводят к значительной нарушениям существующих между ними связей;

– наличие тесных связей между физическими свойствами почв участков рекреации и степенью их деградации (дигрессии) позволяет диагностировать экологическое состояние рекреационных территорий.

4.4 Состояние древесных видов на участках неорганизованного массового отдыха

Одним из основных видов нарушения древостоя на участках неорганизованного массового отдыха являются механические повреждения их стволов и ветвей, оголение корней в результате вытаптывания, пирогаенные ожоги и пр. Эти негативные последствия рекреации приводят к общему ослаблению древостоя и могут стать причиной активизации вредителей и болезней леса (рис. 53).

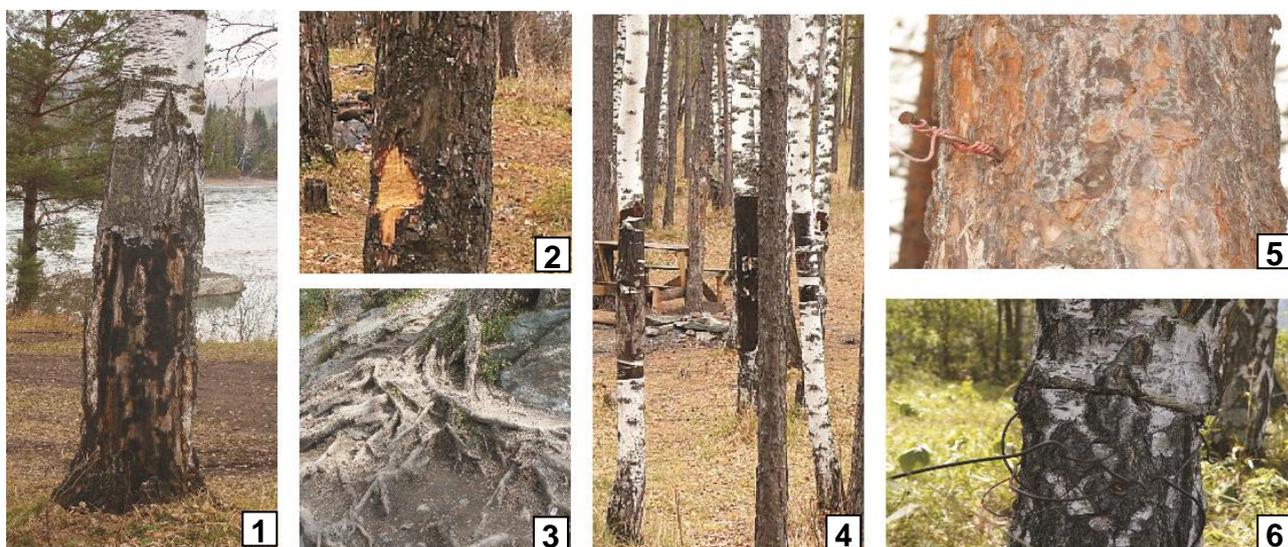


Рисунок 53 – Типичные механические нарушения древостоя на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе
Повреждения деревьев: 1 – следы пожаров; 2 – зарубки, затески; 3 – оголенные корни; 4 – оголенные части стволов; 5 – вбитые гвозди, скобы; 6 – перетяги на стволах от проволоки

Негативное влияние на древесные виды оказывают выбросы автотранспорта, которые в совокупности с другими факторами рекреационного воздействия могут приводить к таким отдаленным последствиям как преждевременная дефолиация, хлорозы, некрозы, изреживание кроны, ухудшение санитарного состояния деревьев, а в отдельных случаях и к развитию патологий (бактериальные наросты, развитие укороченных побегов и пр. (рис. 54)).

К отдаленным последствиям воздействия рекреации также относятся изменения, связанные с нарушением морфо-анатомических, биофизических, био-

химических характеристик состояния древостоя. Часть из них является индикаторами состояния окружающей среды и может быть использована при оценке экологического состояния природных комплексов рекреационных территорий.

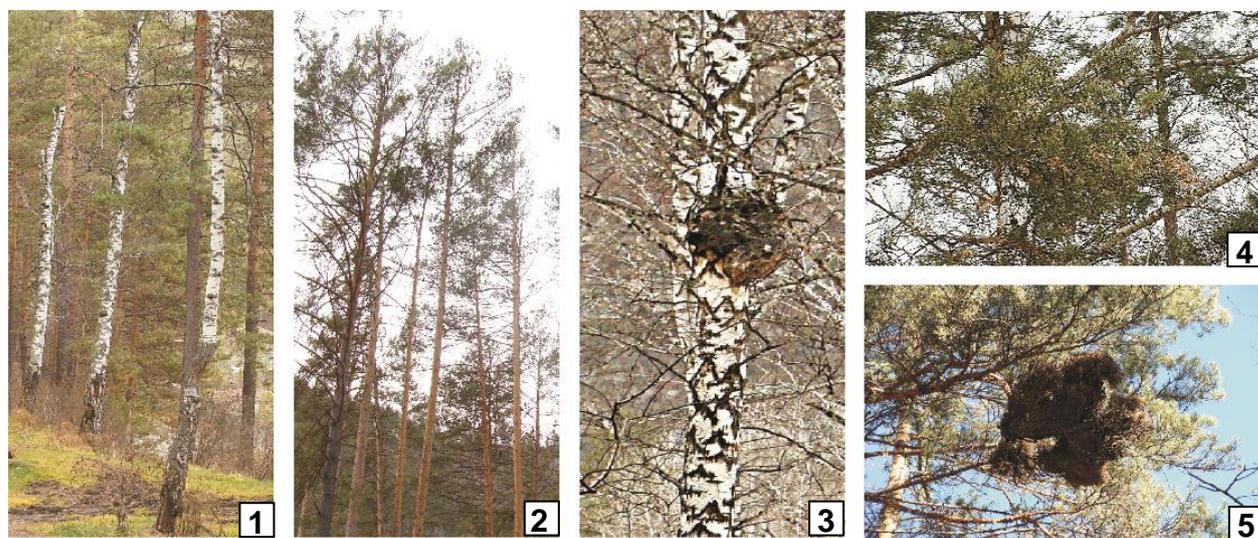


Рисунок 54 – Отдаленные последствия воздействия неорганизованного массового отдыха на древостой Катунского рекреационного района

1 – усыхание березы повислой; 2 – изреживание кроны сосны обыкновенной; 3 – образование бактериальных наростов на березе; 4 – развитие некрозов хвои сосны; 5 – образование "ведьминых метл" у сосны

4.4.1 Биофизические и морфо-анатомические показатели древесных видов

Известно, что санитарное состояние древостоя не зависит напрямую от его возраста, а в большей степени обусловлено экологической обстановкой [42]. Рекреация как фактор, негативно влияющий на его состояние, может способствовать увеличению текущего отпада и постепенному изреживанию лесов.

Специальных исследований по оценке плотности древостоя в КРР не проводилось, однако установлено, что на находящихся в аренде участках частично организованного отдыха А1 и Ш2 периодически проводятся санитарные рубки и рубки ухода. Так, на участке Ш2 в "обеденных" зонах стоянок туристов (3-4 стадии дигрессии) и в непосредственной близости от них (2-3 стадии) на 10 м² было отмечено от 3 до 7 срубленных деревьев и до 3 усыхающих (рис. 55).



Рисунок 55 – Разрежение древостоя на участках неорганизованной рекреации
Причины разрежения: 1 – рубка деревьев рекреантами; 2 – санитарные рубки; 3 – усыхающие деревья, намеченные к санитарной рубке

На участках неорганизованной рекреации случаи рубки деревьев, как правило, единичны, однако размеры усыхания древостоя значительно превышают таковые на контрольных участках. На площади первых доля усыхающих берез варьируется в пределах 10-100 % при среднем 79,9 %, то на контрольной площадках этот показатель не превышает 43 % при среднем его значении 31,3 %.

На 7 из 10 изученных участков средняя величина отпада для березы повислой составила 12 %, для сосны обыкновенной 14 %, что соответствует среднему уровню нарушенности и 2-му классу устойчивости древостоя. На контрольных площадках усыхающих и сухих сосен и берез не отмечено (табл. 45).

Таблица 45 – Показатели нарушенности древостоя на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели	Береза повислая на участках:			Сосна обыкновенная на участках:		
	рекреация (р)	контроль (к)	р/к, ед.	рекреация (к)	контроль (к)	р/к, ед.
Категория состояния*	2,5±0,1	1,5±0,1	1,67	2,5±0,1	1,4±0,1	1,79
Размер усыхания, %	79,9±4,5	31,3±2,3	2,55	80,0±4,5	27,3±4,3	2,93
Текущий отпад, %	6,9±3,1	0,0	–	8,1±3,7	0,0	–

* – средневзвешенная величина состояния породы

С учетом того, что на рекреационных участках подрост практически полностью отсутствует (менее 2 шт. на 10 м²), усыхание и изреживание древостоя со временем приведет к полному исчезновению леса на участках рекреации. В настоящее же время, наряду с ослаблением жизненного состояния деревьев, отмечается уменьшение длины их кроны – у березы повислой в среднем на 17 %, у сосны обыкновенной на 22 % (табл. 46).

Таблица 46 – Средние значения показателей состояния древостоя на детально изученных участках неорганизованного массового отдыха

Изученные показатели	M2	M8	A1	M4	Ш2	Ч9	Ч12	Ч1	Ч10	Ч13	\bar{x}
Береза повислая (n = 35)											
Длина кроны, м	14,5	17,8	14,8	12,6	21,0	12,5	10,4	10,8	10,0	11,5	13,6±1,1
Категория состояния	3,3	2,4	2,0	1,8	2,2	3,0	2,9	2,2	2,0	3,3	2,5±0,2
Степень ослабления, %	95	95	66	77	100	92	93	89	69	100	87±4
Проективное покрытие*, %	68	24	12	50	59	23	13	45	10	17	32±7
Сосна обыкновенная (n = 23)											
Длина кроны, м	–	–	14,7	13,8	11,3	15,8	15,1	12,7	12,8	–	13,7±0,6
Категория состояния	–	–	3,3	3,0	2,3	1,8	2,7	2,7	2,5	–	2,6±0,2
Степень ослабления, %	–	–	100	89	100	83	78	83	92	–	89±3
Проективное покрытие*, %	–	–	23	50	33	10	9	35	10	–	24±6

* – на участке проекции кроны

Известно [38], что одной из основных причин ухудшения жизненного состояния древостоя является нарушение процессов стволового сокодвижения. С помощью методов эколого-физиологической диагностики жизненного состояния деревьев, основанных на определении их биометрических показателей, в том числе температуры и влажности их стволов, была проведена оценка состояния березы на контрольных площадках и участках рекреации.

Установлено, что на последних ослабленные деревья прогреваются интенсивнее и отличаются от здоровых деревьев более высокими значениями температуры (в среднем на 10 %) и пониженной влажностью стволов (в среднем на 30 %). Градиенты изменения температуры и влажности деревьев на 1 м высоты ствола на контрольных площадках составляют в среднем 2°C и 5,5 % соответственно, а на участках рекреации – 2,6°C и 3,2 % (табл. 47).

Таблица 47 – Показатели состояния березы повислой на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели	M2	M8	A1	M4	Ш2	Ч9	Ч12	Ч1	Ч10	Ч13	\bar{x}
Разность температур воздух-ствол, °C	2,5	1,9	4,5	5,8	4,6	8,3	3,9	4,3	3,4	4,3	4,4
то же в единицах фона	0,7	0,3	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
Разность температур ствол-почва, °C	4,2	5,5	3,7	6,2	4,5	6,0	5,4	5,9	5,7	4,9	5,2
Градиент температур ствол/почва, °C/м	2,1	2,7	1,9	3,1	2,3	3,0	2,7	2,9	2,9	2,4	2,6
то же в единицах фона	1,1	1,1	1,6	1,2	1,5	1,5	1,2	1,7	1,3	1,2	1,3
Градиент влажности ствол/корни, %/м	2,4	2,6	3,4	4,4	2,7	3,3	3,2	4,9	2,5	3,1	3,2
то же в единицах фона	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,9	0,6

Морфометрические параметры древостоя также дают представление об экологической ситуации на участках рекреации. Так, средняя величина флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы в соответствии с классификацией [32] на участках рекреации равна 0,049, что отвечает 4 классу суще-

ственного отклонения от нормы (на фоновых участках – 1 класс условно нормального состояния окружающей среды) [78].

Подобные морфологические нарушения, в условиях сильно ослабленных и усыхающих деревьев визуально диагностируемы, в частности, четко выделяются меньшая площадь листовой пластинки, и существенные различия ее правой и левой части (рис. 56).

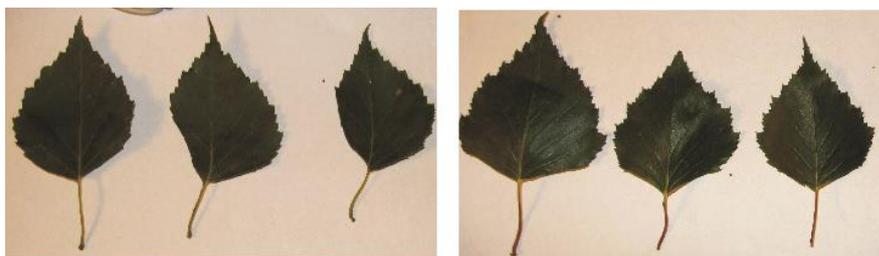


Рисунок 56 – Морфология листовой пластинки березы повислой на участках неорганизованного массового отдыха (слева) и контрольных площадках (справа)

Изменения морфологических параметров сосны на участках рекреации проявлены, в основном, в уменьшении относительно фона длин осевого побега и хвои 2 года – в 1,4 и 1,2 раза соответственно. В 1,5 раза увеличено число повреждений хвои, выраженных чаще в виде хлорозов, возможно из-за нарушений водного и светового режимов почв и выбросов автотранспорта (табл. 48).

Таблица 48 – Морфометрические показатели древостоя на детально изученных участках неорганизованного массового отдыха в КРР

Показатели	M2	M8	A1	M4	Ш2	Ч9	Ч12	Ч1	Ч10	Ч13	\bar{x}
Морфометрические показатели березы повислой (n = 35)											
Радиальный прирост за 20 лет, мм	1,6	1,6	1,7	2,1	1,9	1,8	1,5	1,8	1,6	1,7	1,7
Радиальный прирост за 5 лет, мм	1,0	0,9	1,3	1,7	1,4	1,5	1,1	1,4	1,4	1,2	1,3
Величина асимметрии листа	0,045	0,052	0,042	0,057	0,048	0,048	0,048	0,050	0,036	0,040	0,047
Морфометрические показатели сосны обыкновенной (n = 23)											
Радиальный прирост за 20 лет, мм	–	–	2,1	2,0	1,7	2,7	2,2	1,9	3,0	–	2,2
Радиальный прирост за 5 лет, мм	–	–	1,4	1,5	1,1	2,2	1,5	1,6	1,8	–	1,6
Длина осевого побега 2 года, мм	–	–	28,9	42,7	30,6	26,3	31,5	47,5	26,7	–	33,5
Длина хвои, мм	–	–	52,6	49,8	54,9	51,0	63,5	51,6	48,6	–	53,1
Число хвойнок на 10см побега, шт.	–	–	228	134	186	194	240	158	182	–	188
Поврежденная хвоя, %	–	–	80	47	73	36	47	43	64	–	56
Показатели состояния березы повислой в единицах фона(n = 35)											
Средняя температура ствола	1,02	1,03	1,06	1,07	1,13	1,24	1,06	1,16	1,09	1,04	1,09
Средняя температура почвы	1,01	1,01	1,00	1,03	1,02	1,02	1,02	1,05	1,05	1,01	1,02
Средняя влажность ствола	0,80	0,71	0,71	0,76	0,75	0,74	0,78	0,78	0,80	0,93	0,78
Средняя влажность корней	0,99	0,71	0,75	0,88	0,99	0,93	0,93	0,82	0,98	0,95	0,89
Радиальный прирост за 20 лет	0,94	0,80	0,94	0,72	0,90	0,86	0,75	0,67	0,73	0,71	0,80
Радиальный прирост за 5 лет	0,67	0,47	0,76	0,63	0,70	0,75	0,65	0,56	0,67	0,70	0,66
Величина асимметрии листа	1,61	1,37	1,11	1,78	1,55	1,30	1,41	1,24	1,06	1,30	1,37
Показатели состояния сосны обыкновенной в единицах фона (n = 23)											
Радиальный прирост за 5 лет	–	–	0,64	0,75	0,79	0,81	0,95	0,68	0,80	–	0,77

Длина осевого побега 1 года	–	–	0,53	0,83	0,74	0,81	0,82	0,64	0,71	–	0,73
Длина осевого побега 2 года	–	–	0,45	0,79	0,82	0,77	0,56	0,69	0,83	–	0,70
Длина осевого побега 3 года	–	–	0,57	0,76	0,78	0,81	0,49	0,71	0,55	–	0,67
Длина хвои	–	–	0,69	0,74	0,80	0,86	0,92	0,86	0,81	–	0,81
Число хвоинок на 10 см побега	–	–	1,68	1,00	1,08	1,61	1,55	1,10	1,22	–	1,32
Поврежденная хвоя	–	–	1,76	2,26	1,68	1,19	1,65	1,54	1,45	–	1,65

Известно, что радиальный прирост является универсальным показателем прошлого жизненного состояния древостоя. Исходя из того, что основное увеличение рекреационных нагрузок в районе произошло за последние 5 лет, проведен сравнительный анализ прироста за этот период и последние 20 лет. Установлено, что радиальный прирост березы в последние 5 лет снизился в среднем на 27 %, сосны на 31 %. На контроле снижение не превышало 5-10 % (табл. 48).

Для березы контрольных площадок установлена прямая корреляционная связь между разностью температур воздух-ствол дерева и влажностью его корней, а также отрицательная связь между разностью температур почва-ствол дерева и его радиальным приростом (табл. 49).

Таблица 49 – Корреляционные связи показателей состояния березы повислой на участках неорганизованного массового отдыха в КРР

Показатели	Проективное покрытие	Температура		Влажность		Прирост	
		почвы	ствола	ствола	корней	20 лет	5 лет
Проективное покрытие	1,00	0,18	0,22	0,36	0,41	0,18	0,35
Температура почвы	0,40	1,00	0,84	0,42	0,13	-0,01	0,06
Температура ствола	0,35	0,77	1,00	0,20	-0,10	0,12	0,18
Влажность ствола	0,52	0,19	0,20	1,00	0,86	0,51	0,64
Влажность корней	0,62	0,36	0,19	0,74	1,00	0,31	0,46
Прирост (20 лет)	0,45	0,41	0,53	0,56	0,36	1,00	0,95
Прирост (5 лет)	0,31	0,54	0,65	0,40	0,25	0,79	1,00

Примечание: в нижней части таблицы – связи на участках рекреации (n = 35), в верхней – на контрольных площадках (n = 12); выделены значения парной корреляции при r = 0,95

Из этого следует, что чем выше увлажнение корневой системы "здорового" дерева, тем слабее нагревается поверхность его ствола, и чем больше различия в температурном режиме почвы и ствола дерева, тем слабее его прирост. Для деревьев на участках рекреации также характерна прямая связь радиального прироста с влажностью ствола, а последней с влажностью корней дерева.

Для показателей состояния древостоя участков рекреации присуще большее число значимых связей, чем для "фоновых" деревьев (табл. 50). Можно предполагать, что формирующаяся в условиях рекреационного пресса обстановка оказывает "стрессовое" воздействие на растительность, в том числе на

древесные виды, в результате чего их свойства отражают адекватную комплементарную реакцию деревьев на это воздействие.

Таблица 50 – Корреляционные связи параметров состояния древесных пород на участках неорганизованного массового отдыха в КРР

Древесные породы	Число значимых связей* для древесных пород участков		
	рекреации (р)	фоновых (ф)	р/ф
Береза повислая	28 (n = 35)	11 (n = 12)	2,5
Сосна обыкновенная	12 (n = 23)	3 (n = 9)	4,0

* – при уровне достоверности 95 %

4.4.2 Химический состав золы листьев березы повислой

В результате изучения элементного состава золы листьев березы выявлены различия между содержанием элементов в листе деревьев с участков рекреации и контрольных площадок. Так, средние концентрации многих изученных элементов в золе листьев березы на участках рекреации на 15-180 % (в основном на 30-80 %) выше, чем на контроле, т.е. коэффициент соответствия (Кс) более 1 (табл. 51). Для ряда элементов (Zn, As, Rb, Cs, Br) проявлено пониженное против фона присутствие в листьях березы с участков рекреации [75].

Таблица 51 – Содержание химических элементов в золе листьев березы на участках неорганизованного массового отдыха КРР (n=27)

Параметры	Ca	Na	Fe	Cr	Co	Zn	Sb	Ba	Sr	Cs	Br	La	Ce	Yb	Au
min	2,97	0,024	0,084	1,28	0,66	83	0,06	114	142	0,04	2,73	0,41	0,84	0,003	0,001
max	9,18	0,100	0,242	6,07	3,47	981	0,18	1425	425	0,62	15,31	1,32	2,98	0,168	0,031
\bar{x}	5,29	0,047	0,141	3,67	1,58	427	0,12	476	232	0,22	5,39	0,71	1,50	0,049	0,007
V, %	29	44	33	35	47	62	35	86	37	65	58	37	40	109	165
Кс, ед.	1,17	1,15	1,64	1,53	1,86	0,96	1,53	1,36	1,14	1,00	0,91	1,83	2,80	2,77	2,09

Примечание: содержание кальция, натрия и железа в весовых %, остальных элементов в мг/кг

Установлено, что породообразующие (Si, Mg, Al, K), а также сидерофильные (Ti, V, Mn), халькофильные (Ni, Cu) и биогенные (P, B) элементы заметно накапливаются в листьях березы с участков массовой рекреации. Превышение их концентраций над уровнем местного фона варьируется от 9 до 111 % и в среднем составляет 40 %. Для перечисленных выше групп элементов превышение фона составляет в среднем 20-49 % (табл. 52).

Таблица 52 – Химический состав золы листьев березы повислой на участках неорганизованного массового отдыха в КРР (мг/кг)

Параметры	Si,%	Mg,%	Al,%	K,%	Ti	V	Mn	P	B	Ba	Sr	Ni	Cu
\bar{x}	0,2	2,0	0,2	5,2	118	6,8	2365	17059	37,7	476	232	17,5	15,9

\bar{x} , ед. фона	1,55	1,25	1,43	1,73	1,18	1,14	2,11	1,22	1,18	1,36	1,14	1,59	1,22
среднее, ед. фона	1,49			1,48			1,20		1,39		1,30		

По [79] выделяется 5 групп биологического поглощения (БП) элементов минерального питания: энергично накапливаемые – 10-100, сильно накапливаемые 1-10, слабо накапливаемые и среднего захвата 0,1-1,0, слабого захвата 0,001-0,01.

Полученные результаты по элементному составу золы листьев березы показывают, что величина КБП для химических элементов изменяется в широких пределах (от 0,008 до 6,1), т.е. от слабого захвата элементов (кремний) до их сильного накопления (кальций, барий, стронций). При этом для берез на участках рекреации характерно постоянное превышение значений КБП всех изученных элементов по сравнению с контрольными площадками (рис. 57), что указывает на усиление их биологического поглощения под влиянием рекреации.

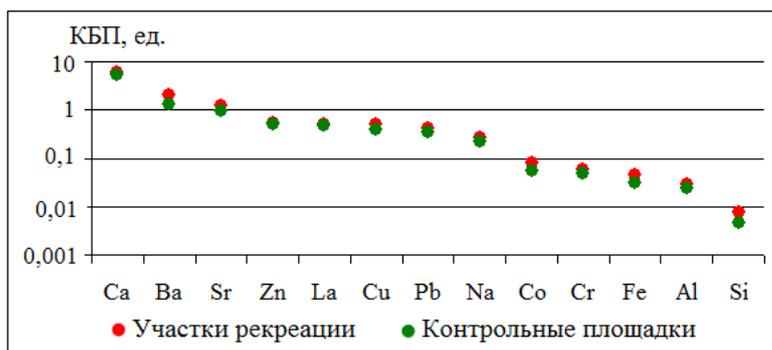


Рисунок 57 – Биологическое поглощение химических элементов листвой березы повислой на участках неорганизованного массового отдыха в КРР

Исходя из ассоциации химических элементов, накапливающихся в листве березы (в основном, это макроэлементы), можно предполагать, что основная причина этого явления заключается в усилении геохимической подвижности элементов почвообразующих пород, возможно за счет увеличения минерализации (солесодержания) нарушенных почв рекреационных участков.

4.5 Связи показателей состояния почв и древесных видов на участках неорганизованного массового отдыха

Негативные изменения таких водно-физических свойств почв, как твердость, плотность, пористость и влажность, имеют ведущее значение для жиз-

ненного состояния древостоя участков неорганизованной рекреации. Так, анализ корреляционных связей влажности ствола и корней березы повислой показал наличие их тесной зависимости с рядом физических свойств изученных интервалов почв – температурой, влажностью и др. (табл. 53, 54).

Для сосны обыкновенной число значимых связей со свойствами и составом почв заметно меньше. Наиболее проявлены они для размеров усыхания и ряда морфометрических показателей (длина побега 2 года, количество хвои на нем и др.).

Большинство из изученных показателей состояния древостоя тесно сопряжены с водно-физическими свойствами и, в меньшей степени, с химическим составом почв в местах их произрастания. Наибольшее число их связей с физическими свойствами почв характерно для древесных видов участков рекреации, особенно для березы – в 1,4-3,2 раза больше, чем на контрольных площадках.

Обратная картина проявлена для связей параметров древостоя с показателями химического состава почв. Эти связи, как правило, отрицательные, кроме связи с емкостью катионного обмена и с содержанием подвижного фосфора. Следует отметить, что для березы число значимых связей значительно больше, чем для сосны, и характер этих связей заметно различается (табл. 55).

Таблица 55 – Тренды изменения с глубиной числа корреляционных связей комплекса свойств и состава почв, и их связей с состоянием древесных пород

Интервалы глубин	Число значимых связей* для почв участков рекреации (n=102), контроля (n=42)					
	физические свойства почв участков			химический состав почв участков		
	рекреация (р)	контроль (к)	р/к, ед.	рекреация (р)	контроль (к)	р/к, ед.
0-10 см	35	29	1,21	32	42	0,76
10-20 см	29	25	1,16	30	37	0,81
20-30 см	20	18	1,11	25	30	0,83
Древесные породы	Число значимых связей* между показателями состояния почв и древостоя					
	физические свойства почв участков			химический состав почв участков		
	рекреация (р)	контроль (к)	р/к, ед.	рекреация (р)	контроль (к)	р/к, ед.
Береза	88	61	1,44	56	67	0,84
Сосна	19	6	3,17	22	24	0,92

* – при уровне достоверности 95 %

Известно [55], что интегральным итогом переуплотнения почв является снижение радиального прироста произрастающего на них древостоя. Для изу-

ченных участков неорганизованной рекреации это наглядно видно для березы, значимые отрицательные связи радиального прироста которой за последние 5 и 20 лет проявлены для всех интервалов почвенного профиля.

Сниженное в рекреационных почвах относительно контроля содержание гумуса (в среднем на 35 %), а также нитратов (12-24 %) и пятиоксида фосфора (56-63 %), то есть веществ, необходимых для нормального роста и развития растений, также указывает на негативное влияние рекреации на древостой.

Таблица 53 – Связи показателей состояния березы повислой с физическими свойствами и химическим составом почв на участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели	Температура			Плотность твердой фазы			Влажность			Общая пористость			Пористость аэрации			рН вод.			Солеосодержание			Фосфаты			Карбонатность			ЕКО				
	10см	20см	30см	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30		
Рекреация (n = 29)	Асимметрия листа		0,05	0,15	0,18	0,30	0,32	0,39	0,20	-0,15	-0,18	0,13	0,25	0,37	-0,16	0,28	0,38	0,09	0,08	0,00	-0,11	-0,17	-0,13	0,15	0,20	0,18	-0,12	-0,17	-0,14	0,07	0,00	0,01
	Температура	почвы	0,47	0,45	0,44	0,38	0,41	0,43	0,30	0,39	0,49	-0,02	-0,05	0,02	-0,42	-0,43	-0,39	-0,28	-0,43	-0,49	-0,27	-0,15	-0,12	0,26	0,19	0,24	-0,25	-0,42	-0,43	0,22	0,03	-0,01
		ствола	0,68	0,66	0,70	0,46	0,67	0,68	0,43	0,30	0,31	0,03	0,27	0,37	-0,53	-0,10	0,01	-0,19	-0,24	-0,30	-0,35	-0,19	-0,16	0,27	0,31	0,35	-0,27	-0,31	-0,19	0,41	0,27	0,29
	Влажность	ствола	0,37	0,45	0,48	0,12	0,51	0,50	0,41	0,16	-0,04	0,19	0,34	0,45	-0,30	0,10	0,36	0,20	0,02	-0,06	-0,32	-0,31	-0,37	0,50	0,52	0,57	-0,15	-0,29	-0,19	0,37	0,40	0,38
		корней	0,36	0,41	0,45	0,25	0,49	0,44	0,30	0,25	0,10	0,10	0,15	0,25	-0,29	-0,16	0,08	-0,06	-0,26	-0,34	-0,32	-0,35	-0,40	0,36	0,29	0,37	-0,24	-0,41	-0,39	0,23	0,16	0,09
Радиальный прирост	20 лет	0,58	0,66	0,69	0,37	0,61	0,58	0,59	0,34	0,21	0,24	0,35	0,41	-0,52	-0,05	0,13	-0,22	-0,28	-0,30	-0,50	-0,44	-0,37	0,36	0,36	0,40	-0,44	-0,55	-0,38	0,45	0,31	0,36	
	5 лет	0,68	0,72	0,71	0,34	0,61	0,56	0,52	0,33	0,18	0,17	0,31	0,33	-0,49	-0,08	0,09	-0,22	-0,23	-0,23	-0,52	-0,47	-0,43	0,35	0,38	0,40	-0,39	-0,38	-0,31	0,53	0,50	0,48	
Контроль (n = 10)	Асимметрия листа		0,07	0,12	0,13	0,01	0,16	0,04	-0,30	-0,33	-0,30	0,01	0,19	0,36	0,34	0,39	0,53	0,42	0,51	0,58	-0,01	0,09	0,06	0,03	0,02	-0,12	0,14	0,15	0,36	0,48	0,63	0,60
	Температура	почвы	0,56	0,53	0,52	0,56	0,45	0,48	0,75	0,74	0,81	0,36	0,05	0,13	-0,54	-0,60	-0,58	-0,47	-0,67	-0,65	-0,34	-0,23	-0,37	0,59	0,63	0,61	-0,41	-0,45	-0,66	0,17	0,14	0,31
		ствола	0,50	0,47	0,47	0,30	0,46	0,51	0,54	0,39	0,46	0,41	0,18	0,12	-0,17	-0,21	-0,31	-0,42	-0,63	-0,62	-0,11	-0,02	-0,16	0,49	0,56	0,52	-0,20	-0,22	-0,49	0,32	0,09	0,27
	Влажность	ствола	0,77	0,78	0,77	0,15	0,63	0,71	0,83	0,78	0,73	0,62	0,53	0,55	-0,34	-0,28	-0,23	-0,53	-0,49	-0,36	-0,79	-0,69	-0,72	0,71	0,72	0,77	-0,72	-0,71	-0,54	0,56	0,58	0,59
		корней	0,60	0,62	0,58	0,11	0,46	0,57	0,81	0,81	0,76	0,61	0,49	0,51	-0,34	-0,32	-0,27	-0,42	-0,40	-0,32	-0,67	-0,59	-0,63	0,51	0,53	0,60	-0,67	-0,66	-0,52	0,41	0,48	0,44
Радиальный прирост	20 лет	0,35	0,41	0,40	-0,30	0,52	0,62	0,27	0,04	-0,04	0,66	0,84	0,69	0,47	0,56	0,49	0,01	0,09	0,17	-0,20	-0,10	-0,07	0,34	0,35	0,41	-0,06	-0,04	0,12	0,68	0,56	0,44	
	5 лет	0,56	0,60	0,59	-0,17	0,67	0,73	0,41	0,18	0,12	0,67	0,81	0,69	0,30	0,42	0,36	-0,15	-0,08	0,03	-0,39	-0,25	-0,25	0,52	0,54	0,56	-0,24	-0,21	-0,05	0,81	0,69	0,62	

Таблица 54 – Связи показателей состояния сосны обыкновенной с физическими свойствами и химическим составом почв

Показатели	Температура			Плотность твердой фазы			Влажность			Общая пористость			Пористость аэрации			рН вод.			Солеосодержание			Фосфаты			Карбонатность			Кальций обменный				
	10см	20см	30см	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30		
Рекреация (n=23)	Размер усыхания		0,40	0,42	0,50	0,03	0,53	0,54	0,58	0,34	0,26	0,05	0,46	0,49	-0,60	0,04	0,14	-0,13	-0,24	-0,24	-0,57	-0,51	-0,54	0,33	0,42	0,44	-0,35	-0,47	-0,35	-0,07	-0,05	-0,09
	Проективное покрытие		0,38	0,47	0,49	-0,19	0,42	0,35	0,41	0,03	-0,05	-0,24	0,28	0,37	-0,59	0,16	0,32	0,01	-0,05	-0,04	-0,27	-0,22	-0,19	0,31	0,31	0,32	-0,20	-0,26	-0,07	0,07	-0,02	-0,11
	Прирост (5 лет)		-0,11	-0,15	-0,11	0,13	-0,06	0,01	-0,31	-0,15	-0,07	0,12	0,01	0,04	0,42	0,15	0,09	-0,07	0,11	0,24	0,30	0,19	0,18	0,02	0,12	0,04	0,30	0,33	0,29	0,15	0,06	0,01
	Количество хвои		-0,33	-0,33	-0,35	-0,09	-0,49	-0,50	-0,30	0,02	0,10	0,18	-0,19	-0,38	0,46	-0,11	-0,34	-0,36	-0,25	-0,17	0,16	0,03	0,16	-0,36	-0,45	-0,51	0,09	0,09	-0,08	0,34	0,39	0,50
	Длина побега 2 года		-0,21	-0,12	-0,13	-0,21	0,08	0,08	-0,20	-0,38	-0,40	-0,27	0,02	0,18	0,09	0,35	0,45	0,39	0,49	0,48	0,40	0,35	0,30	-0,03	0,03	0,06	0,29	0,43	0,44	-0,13	-0,29	-0,45
Контроль (n=9)	Размер усыхания		-0,28	-0,35	-0,31	-0,46	-0,32	-0,23	0,18	0,18	0,18	0,12	0,06	-0,37	0,00	-0,03	-0,42	-0,41	-0,41	-0,52	-0,40	-0,44	-0,26	-0,08	-0,13	0,02	-0,36	-0,32	-0,37	-0,12	-0,13	-0,03
	Проективное покрытие		0,27	0,28	0,29	0,49	0,63	0,55	0,35	0,27	0,29	0,28	0,37	0,27	-0,17	0,06	-0,08	-0,37	-0,33	-0,24	-0,31	-0,06	-0,09	0,53	0,57	0,55	-0,12	-0,14	-0,35	-0,36	-0,25	-0,18
	Прирост (5 лет)		-0,51	-0,44	-0,39	-0,08	-0,07	-0,27	-0,70	-0,66	-0,55	-0,55	-0,23	-0,19	0,19	0,31	0,31	0,31	0,50	0,51	0,09	0,16	0,27	0,01	-0,09	-0,20	0,49	0,40	0,43	-0,41	-0,21	-0,28
	Количество хвои		0,34	0,37	0,30	0,13	0,06	0,09	0,06	0,07	0,16	0,08	-0,09	0,22	-0,01	-0,16	0,07	0,20	0,05	0,05	0,32	0,31	0,07	0,00	0,06	-0,04	0,02	0,03	0,02	0,43	0,37	0,46
Длина побега 2 года		-0,62	-0,57	-0,60	-0,54	-0,45	-0,48	-0,51	-0,54	-0,57	-0,23	0,00	0,00	0,52	0,50	0,53	0,75	0,79	0,73	0,35	0,32	0,38	-0,79	-0,79	-0,82	0,30	0,35	0,56	0,07	0,07	-0,12	

Примечание: жирным шрифтом выделены значения парной корреляции при r = 0,95

Наиболее благоприятной реакцией почв для усвоения растениями фосфат-иона считается слабокислая среда с рН 6-6,5 ед. [82]. На изученных участках рекреации этому критерию в интервале 0-10 см соответствуют всего 27 % почвенных проб (в интервалах 10-20 и 20-30 см – по 37 %), в то время как для фоновых почв их доля значительно выше – 89, 67 и 56 % соответственно.

Полученные данные указывают на сопряженные пространственные изменения особенностей химизма почвенно-растительного покрова на территории КРР, выраженные, в основном, в распределении ряда макро- и микроэлементов. Так, при движении вверх по р. Катунь в направлении к южной части КРР проявлены закономерные тренды содержания в почвах породообразующих элементов – натрия и железа (уменьшение), кальций (увеличение), объясняемые постепенной сменой в этом направлении климатических условий и ландшафтно-геохимической обстановки (аридизация климата, остепнение ландшафтов, усиление карбонатообразования в почвах и пр.) (рис. 58).

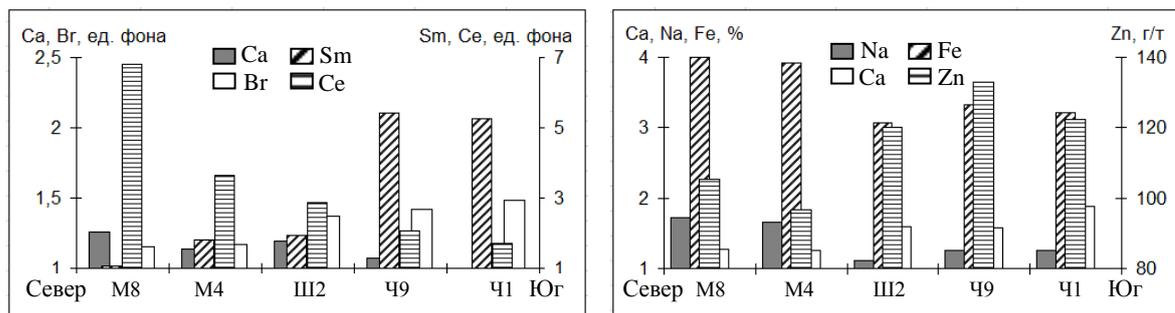


Рисунок 58 – Тренды изменения среднего содержания элементов в золе листьев березы (слева) и в почвах (справа) на участках неорганизованной рекреации

Такие же выдержанные тренды проявлены для распределения ряда химических элементов в золе листьев березы, что свидетельствует как о сопряженности изменений в почвах и растениях, так и об унаследованном от почв элементном составе последних.

Анализ корреляционных связей между параметрами жизненного состояния березы и элементным составом золы ее листьев показал заметное в 1,8-3 раза превышение числа их значимых связей на рекреационных участках по сравнению с контролем, а также большое различие ассоциаций тесно связанных между собой элементов (табл. 56). Можно предполагать, что негативное эколо-

гическое состояние почв на этих участках массового отдыха способствует формированию адекватной, но более сильной комплементарной реакции растительного покрова, в т. ч. древостоя, на стрессовый рекреационный фактор.

Таблица 56 – Связи морфологических параметров и элементного состава золы листьев березы повислой

Участки	Число значимых связей* между:			Ассоциативный ряд элементов (по убыванию средней величины связей)
	параметрами	элементами	всего	
Рекреационные (р)	9	32	41	Fe,Au-Sr,Rb,La-Sm-Ca,Zn-Th,Yb-Cr,Ba-Br,Cs
Контрольные (к)	3	18	21	Rb,Sc-Cr-Fe-As,Br-Na,Cs,La-Sb,Au-Co
р / к, ед.	3,0	1,8	2,0	

* – при уровне значимости 99 %

В пользу такого предположения говорит наличие значимых связей между содержанием отдельных химических элементов в золе листьев березы и физическими свойствами почв рекреационных участков (твердость, плотность сложения, влажность, пористость). По характеру этих связей и величине коэффициентов концентрации в золе изученные элементы можно условно объединить в две группы, основная из которых представлена элементами, накапливающимися в листьях березы на участках рекреации (Ca, Na, Fe,Cr, Ba, Th, PЗЭ и др.). Для более малочисленной ассоциации элементов (Zn, Rb, Cs, As, Br, U) проявлены противоположные биогеохимические особенности поведения, в частности, рассеивание в листьях на участках рекреации.

Небезынтересно отметить, что на изученных участках рекреации КРР предварительно установлен близкий характер элементного состава золы листьев березы и накипи грунтовых вод (рис. 59).

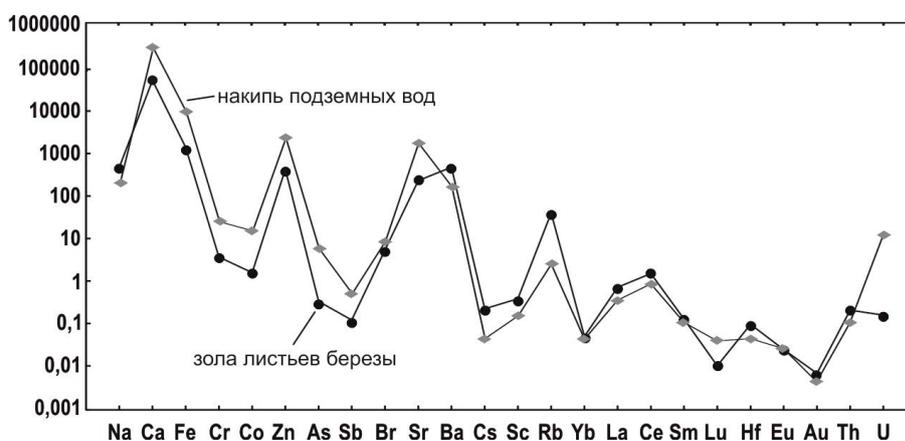


Рисунок 59 – Среднее содержание элементов в золе листьев березы на участках неорганизованного массового отдыха и в накипи грунтовых вод

Подобная тесная сопряженность спектра и степени концентрирования химических элементов в столь различных природно-техногенных образованиях говорит как об общности их источника (грунтовые воды), так и о технологически близком (термическом) способе получения этих субстанций, представляющих по своей сути сухой остаток водного и органического вещества.

Необходимо также отметить заметное отличие зависимости состояния от физических свойств и химического состава почв для березы и сосны. Так, на контрольных площадках для березы характерно почти равное число значимых связей с физическими свойствами и показателями состава почв – 61 и 67 связей соответственно. Состояние сосны в большей степени зависит от химического состава почв (24 связи), чем от их физических свойств (6 связей).

Подобные различия между изученными древесными видами в значительной степени обусловлены более низкой устойчивостью сосны к внешним воздействиям, в том числе к воздействию рекреации [37, 107, 111].

Таким образом, полученные данные по состоянию древесных эдификаторов на участках неорганизованного массового отдыха Катунского рекреационного района позволяют считать, что оно тесно сопряжено, в основном, с интенсивностью негативных изменений водно-физических свойств почв и, в меньшей степени, с изменениями их химического состава и привнесенным химическим загрязнением.

4.6 Загрязнение компонентов окружающей природной среды на участках неорганизованного массового отдыха

Оценка биологического загрязнения почв на изученных участках рекреации показала непревышение гигиенических нормативов для патогенных бактерий, яиц гельминтов их цист и пр., однако были зафиксированы серьезные предпосылки для его образования. Так, постоянно появляющиеся на поверхности почвы скопления ТБО и нередкие случаи их захоронения (рис. 60), могут стать фактором развития в почве патогенной микрофлоры. В свою очередь, туалеты на участках частично организованного отдыха, не изолированные от контакта с почвой, создают условия для развития гельминтов.



Рисунок 60 – Примеры несанкционированного захоронения (слева) и размещения (справа) ТБО на участках неорганизованной рекреации в КРР

Химическое загрязнение компонентов окружающей среды в местах неорганизованного массового отдыха имеет сугубо локальный характер, обусловленный точечным влиянием таких факторов как отжиг почв в местах разведения костров, выбросы автотранспорта и проливы ГСМ в местах турстоянок.

Максимальные изменения вещественного состава природных сред на участках рекреации присущи почвам кострищ, для которых выделяется пирогенный поверхностный слой мощностью от первых сантиметров до 5-10 см. В этом слое отчетливо накапливается специфическая ассоциация элементов – фосфор, кальций, стронций, медь, цинк, свинец, серебро и барий. Их средние концентрации превышают содержание в почвах контрольных площадок в 2,7-13,7 раз. Содержание марганца, свинца и цинка в них выше ПДК (табл. 57).

Таблица 57 – Среднее содержание химических элементов в почвах кострищ, мг/кг

Объекты	Ca,%	Fe,%	Ti	Mn	Cr	V	Ni	P	Ba	Sr	Cu	Pb	Zn	Ag
Кострища	10,6	2	3857	1643	86	77	30	5714	900	1086	84	79	571	0,09
Костер/фон	11,5	0,5	0,8	1,7	0,7	0,6	0,6	13,7	1,6	4,1	1,6	5,3	6,5	2,7
ПДК почв	–	–	5000	1500	100	150	50	–	–	–	100	32	300	50

Распространенным видом химического загрязнения на участках неорганизованной рекреации КРР является загрязнение нефтепродуктами, содержание которых в поверхностном слое почв грунтовых дорог и турстоянок, как правило, заметно повышенное и варьируется от 48 до 113 мг/кг при среднем 73 мг/кг.

Концентрации нефтепродуктов в дождевых лужах на участках рекреации и подъездных грунтовых дорогах также повышенные – до 0,15 мг/л или 0,3 ПДК для вод водоемов рыбохозяйственного назначения (табл. 58).

Таблица 58 – Содержание нефтепродуктов в компонентах природной среды на участках неорганизованного массового отдыха в КРР

Параметры	Почва, мг/кг	Вода из дождевых луж, мг/дм ³
n	17	14
min – max	48 – 113	0,025 – 0,150
\bar{x}	73±24	0,096±0,032

Возможность прямого попадания загрязняющих веществ в поверхностные воды р. Катунь и ее притоков, которые отдыхающие используют для хозяйственно-бытовых нужд, а иногда и для приготовления пищи, незначительна по причине их низких концентраций и слабо проявленного поверхностного стока. Более реальна возможность загрязнения ими, в частности, нефтепродуктами, неглубоко залегающих грунтовых вод рекреационных участков, имеющих совершенную гидравлическую связь с дневной поверхностью.

Химический состав дождевой воды, взятой из дождевых луж с участков рекреации и контрольных площадок, отражает идентичные с почвой процессы накопления одних элементов и вынос других. В частности, вода дождевых луж с участков рекреации характеризуется повышенной щелочностью, более двукратным превышением содержания кальция, железа, хлорид-иона и на порядок более высокой общей минерализацией (табл. 59).

Таблица 59 – Химический состав дождевой воды на участках неорганизованного массового отдыха (мг/дм³)

Типы воды	pH, ед.	Ca ²⁺	Fe _{общ}	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	ОМ
Дождевая вода (n=3)	5,80	1,47	0,06	0,015	1,74	1,47	0,13	23,52
Вода дождевых луж на участках	фоновых (n=5)	6,80	17,93	0,20	0,038	1,28	2,66	102,46
	рекреации (n=9)	7,16	38,14	0,44	0,015	0,65	3,47	228,88

Это обстоятельство позволяет предполагать, что часть химических веществ, в том числе загрязнителей, содержащихся в поверхностном слое нарушенных почв, в условиях летних температур переходит в раствор. Так, повышенная общая минерализация дождевых вод с "рекреационных" почв предположительно связана с отмеченным выше процессом накопления в них водорастворимых солей. В пользу этого говорит одинаковый уровень повышения показателя солесодержания в почвах участков рекреации и ряда химических веществ в дождевой воде – в 2,2 раза выше, чем на контрольных площадках.

Более значительные отличия проявлены в содержании подвижных форм этих тяжелых металлов. На примере цинка видно, что в почвах участков рекреации содержание его подвижной формы увеличено в среднем в 3,5 раза относительно почв контрольных площадок (табл. 60). Это говорит о том, что охарактеризованные выше факторы рекреационного воздействия на почвы способствуют, в том числе и проявлению процессов изменения их химического состава.

Таблица 60 – Содержание валовых и подвижных форм цинка в почвах участков неорганизованного массового отдыха

Объекты	Zn вал., мг/кг			Zn подв.*, мг/кг		
	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}
Участки рекреации (n = 11)	54	106	77±5	0,02	3,3	1,19±0,38
Контрольные площадки (n = 6)	50	88	70±5	0,02	0,8	0,34±0,13
Рекреация /контроль, ед. фона	1,08	1,20	1,10	1,00	4,13	3,50

* – ацетатно-аммонийная вытяжка (рН = 4,8)

Вышеотмеченные данные позволяют сделать следующие основные выводы об экологическом состоянии изученных участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе:

- состояние природных ландшафтов на участках рекреации соответствует, в основном, слабо и умеренно нарушенному уровню;
- на участках преобладает 3-я стабилизированная стадия стадии дигрессии почвенно-растительного покрова;
- рекреационное воздействие на почвы проявляется, главным образом, до глубины 30-40 см и на расстоянии до 2,5 м от объектов рекреации;
- для рекреационных территорий характерны ясно выраженные изменения физических свойств и, в меньшей степени, химического состава почв, а также нарушения их природных связей;
- основными слабо проявленными загрязнителями почв на участках рекреации являются нефтепродукты и, частично, тяжелые металлы;
- изменения древостоя участков рекреации наиболее ярко проявлены в ухудшении его жизненного состояния, снижении устойчивости и радиального прироста стволов, а также в нарушении морфометрических показателей стабильности роста и развития растений.

Глава 5 Рекомендации по минимизации геоэкологических последствий неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

5.1. Методические подходы, предлагаемые для оценки геоэкологического состояния рекреационных территорий

Оценка экологического состояния рекреационных территорий является первым и одним из главных этапов регламентации рекреационного воздействия, позволяющим выявить существующие и допустимые уровни изменения компонентов природных ландшафтов и на этой основе предложить необходимые реабилитационные мероприятия.

Изучение экологического состояния участков неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе проведено с применением различных методов его оценки. Изученные и предлагаемые для использования в практике подобных исследований показатели и индикаторы состояния ландшафтов и их отдельных компонентов в зависимости от способов их определения можно объединить в 4 основные группы – определенные путем полевых наблюдений, прямых измерений, расчетным путем, путем лабораторного изучения (рис. 61).



Рисунок 61 – Предлагаемая схема изучения экологического состояния участков неорганизованного массового отдыха

Применение охарактеризованного в главе 3 обширного комплекса показателей состояния рекреационных территорий позволяет максимально изучить спектр негативных геоэкологических последствий неорганизованной рекреации путем, как визуальных наблюдений, так и более надежных инструментальных или лабораторных методов измерений.

Показатели состояния компонентов ландшафтов ориентированы на предварительное определение уровней изменения (деградации, дигрессии) почв и древостоя – основных реципиентов рекреационного воздействия.

В основе расчета этих показателей лежит использование нормированных относительно местного фона значений коэффициентов соответствия параметров состояния почв и древостоя, определенных как с применением экспресс-анализаторов (твердомеров, влагомеров, пирометров и пр.), так и по данным лабораторных определений и анализов.

Автором предложен ряд интегральных и параметрических показателей экологического состояния почв участков неорганизованной рекреации [76], рассчитанных по их физическим свойствам и химическому составу, а также показателей состояния древостоя, рассчитанных по его биофизическим и морфометрическим параметрам (табл. 61).

Таблица 61 – Примеры расчетных показателей экологического состояния почв и древостоя на участках неорганизованного массового отдыха в КРР

Способы определения	Интегральные (ИПП, ИПД) и параметрические (П) показатели состояния	
	Почва	Древостой
Экспресс-определения	$ИПП_{ФС*} = T_{i/ф} \times T_{вi/ф} / V_{i/ф}; П_{ТВ*} = T_{вi/ф}$	$П_{ГТ*} = \Delta(T_{сi/ф} - T_{пi/ф}) / L$
	$ИПП_{ХС*} = рН_{i/ф} \times СС_{i/ф} / NO_{3i/ф}$	$П_{ГВ*} = \Delta(V_{сi/ф} - V_{кi/ф}) / L$
Лабораторные анализы	$ИПП_{ФС} = ПС_{i/ф} \times ПТФ_{i/ф} / ОП_{i/ф} \times ПА_{i/ф}$	$ИПД_{СБ} = T_{сi/ф} \times T_{пi/ф} \times ФА_{i/ф} / V_{сi/ф} \times V_{кi/ф} \times РП_{5i/ф}$
	$ИПП_{ХС} = K_{i/ф} \times ЕКО_{i/ф} / РО_{4i/ф} \times Са_{i/ф} \times Г_{i/ф}$	$ИПД_{СС} = КХ_{i/ф} \times ПХ_{i/ф} / ДП_{i/ф} \times ДХ_{i/ф} \times РП_{5i/ф}$

Т – температура; Тв – твердость; В – влажность; СС – солесодержание; ПС, ПТФ – плотность сложения, твердой фазы; ОП, ПА – пористость общая, аэрации; К, Г – содержание калия, гумуса; ГТ, ГВ – градиенты температуры, влажности; Тс, Вс, Тп, Вк – температура и влажность ствола, почвы, корней; L – расстояние между замерами; ФА – флуктуирующая асимметрия листьев; РП₅ – радиальный прирост за 5 лет; КХ, ПХ – количество и доля поврежденной хвои; ДХ и ДП – длина хвои и побега

Предложенными показателями спектр индикаторов далеко не ограничивается, возможны и другие варианты интегральных и параметрических оценок состояния почв, древостоя и других компонентов рекреационных ландшафтов.

Для предложенных параметрических и интегральных показателей были установлены значимые прямые или близкие к ним зависимости от стадий дигрессии напочвенного покрова, что свидетельствует о возможности их применения для целей диагностики экологической обстановки на рекреационных территориях, в том числе в экспресс-варианте при ее мониторинге.

Характер этих зависимостей на разных стадиях дигрессии несколько отличается, что связано с разной интенсивностью воздействия рекреации и возникающих при этом изменений и их накопления в природных средах. Такие комбинированные прямые и нелинейные связи со стадиями рекреационной дигрессии характерны для интегральных показателей физических свойств (ИПП_{ФС}) и химического состава (ИПП_{ХС}) почв, а также для интегральных показателей состояния сосны (ИПД_{СС}) и березы (ИПД_{СБ}) (рис. 62).

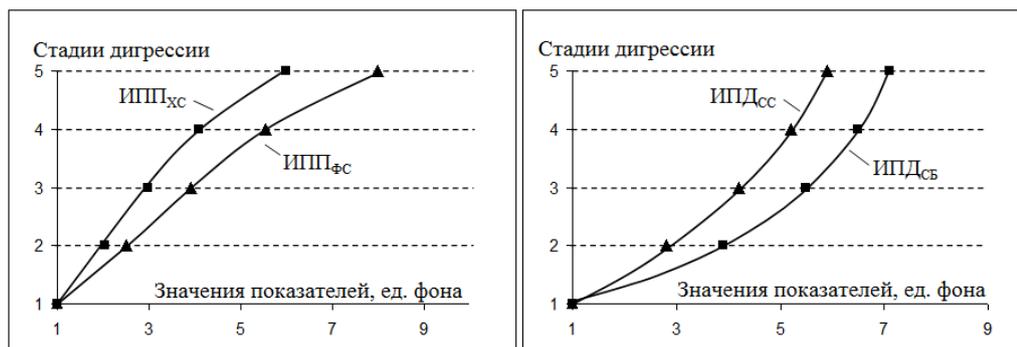


Рисунок 62 – Зависимость интегральных показателей свойств и состава почв (слева) и состояния древостоя (справа) от дигрессии напочвенного покрова

Установленные для них зависимости указывают на "запаздывающий" на начальных стадиях дигрессии характер ухудшения состояния древостоя по сравнению с почвами изученных участков неорганизованной рекреации. Иными словами, изменения почв интенсивно нарастают от 1-й к 3-й стадии дигрессии, что отражено в их линейной зависимости, тогда как для древесных видов на этих стадиях присуща относительно более замедленная деградация.

Начиная с 4-ой стадии дигрессии, изменения в почвах замедляются. Для древесных видов, напротив, присуща тенденция усиления деградации на последних стадиях дигрессии почв. В частности, при переходе на стадии дигрессии выше третьей, отражающей предел их самовосстановления, наблюдается более интенсивный отклик древостоя на рекреационное воздействие и соответственно более быстрая его деградация по сравнению с почвами.

Установленные изменения показателей рекреационной дигрессии почвенно-растительного покрова указывают на необратимый характер его деградации на 4-5 стадиях, из чего следует вывод о невозможности самовосстановления исходных биогеоценозов на этих стадиях.

Наличие тесной прямой зависимости между значениями ряда физических свойств почв и стадиями их рекреационной дигрессии позволило разработать номограммы для предварительной оценки экологического состояния почв участков рекреации на территории КРР. Предложенные номограммы позволяют оперативно решать эту задачу по данным экспресс-измерений твердости и температуры поверхности почв "рекреационных и фоновых" участков (рис. 63).

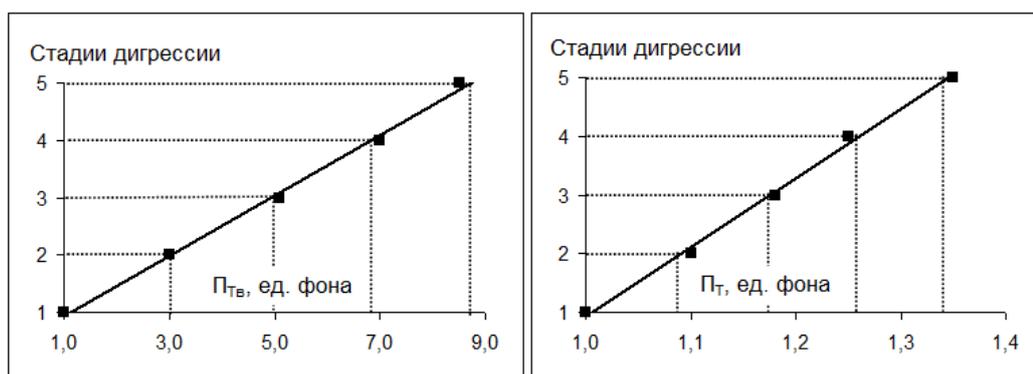


Рисунок 63 – Номограммы для определения стадии рекреационной дигрессии почв по твердости (слева) и температуре (справа) их поверхности

Кроме этого, предложен ряд номограмм для предварительной оценки экологического состояния почв участков неорганизованной рекреации по показателям химического состава, тесно связанных со стадиями дигрессии (рис. 64).

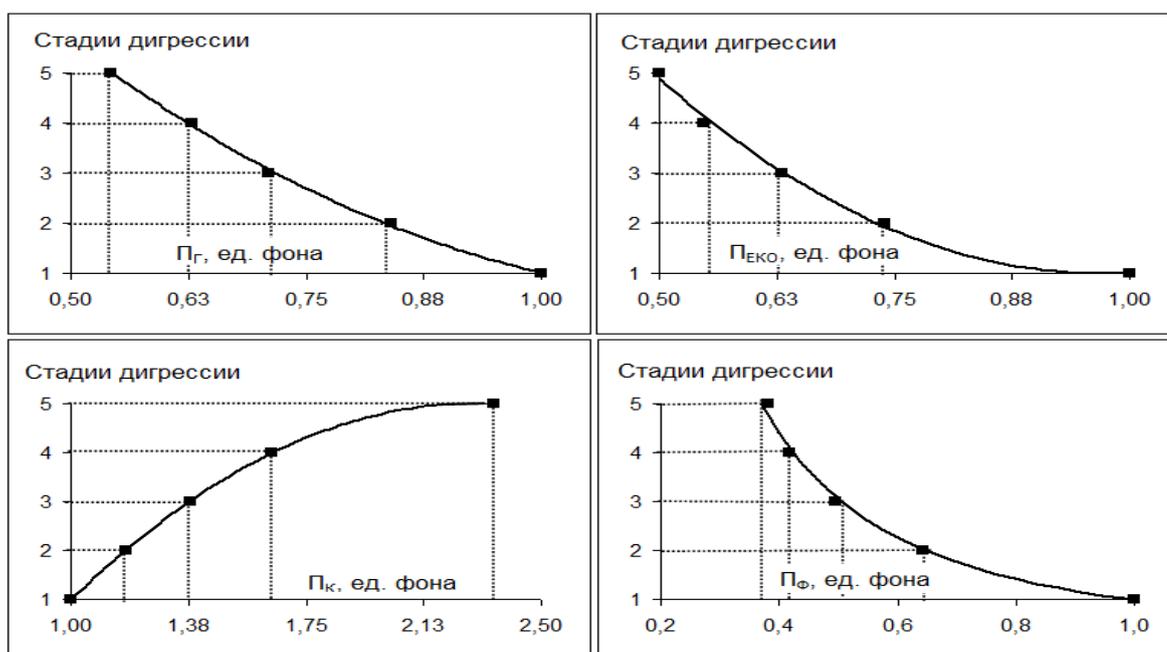


Рисунок 64 – Номограммы для определения стадии рекреационной дигрессии почв по показателям химического состава их поверхностного слоя (0-10 см)
 Параметрические показатели: Π_G – содержание гумуса, $\Pi_{ЕКО}$ – емкость катионного обмена, Π_K – карбонатность, Π_Φ – содержание подвижного фосфора

Как было отмечено, одним из важных показателей экологического состояния древостоя является их жизненное состояние, с которым также установлена тесная зависимость интегральных и параметрических показателей состояния сосны и березы на изученных участках неорганизованной рекреации КРР.

Для зависимости параметрических показателей состояния листьев березы и хвои сосны характерно более интенсивное нарастание изменений в начальный период при переходе здорового древостоя во вторую категорию ослабленного жизненного состояния. При переходе к другим категориям состояния негативные изменения состояния листьев и хвои носят линейный характер (рис. 65).

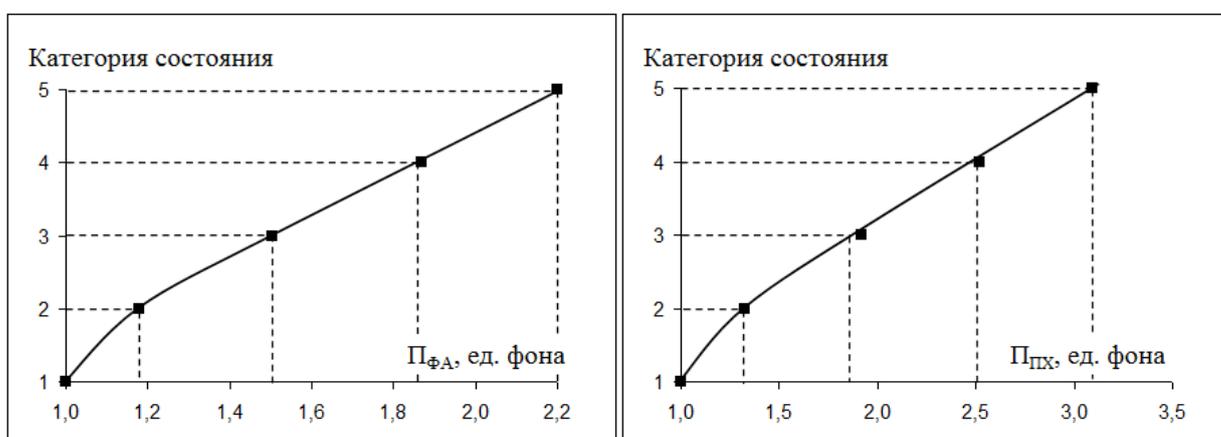


Рисунок 65 – Зависимость параметрических показателей состояния березы (слева) и сосны на изученных участках КРР от уровня их жизненного состояния $P_{ФА}$ – показатель флуктуирующей асимметрии листьев; $P_{ПХ}$ – показатель поврежденности хвои

Эта закономерность предположительно говорит о том, что наиболее чувствительным органом древостоя на воздействие неорганизованной рекреации являются их листья и хвоя. Этот вопрос требует дальнейшего изучения и возможно применения при диагностике состояния древостоя.

Изменения интегральных показателей состояния березы и сосны, в отличие от их листьев и хвои, на участках рекреации носят обратный характер (рис. 66). Они нарастают постепенно и усиливаются при переходе древостоя в категорию усыхающего, иными словами при появлении значительных изменений в морфометрической и биофизической стабильности их развития.

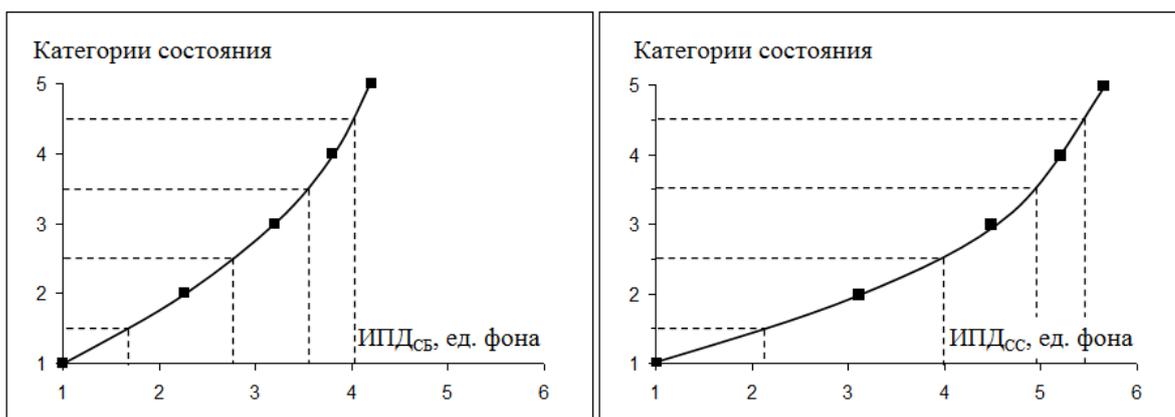


Рисунок 66 – Зависимость интегральных показателей состояния березы (слева) и сосны на рекреационных участках от уровня их жизненного состояния

Оценка категорий жизненного состояния древостоя может также проводиться с использованием метода эколого-физиологической диагностики, основанного на определении биометрических показателей. Применение этого метода позволяет, в частности, построить номограммы для определения жизненного состояния березы на участках неорганизованной рекреации по градиентам температур и влажности ее стволов и корней (рис. 67), которые уточняют термо-экспресс-метод диагностики физиологического состояния древесных растений [38] и основаны на зависимости между интенсивностью водного тока в стволе, его температурой и общим состоянием дерева.

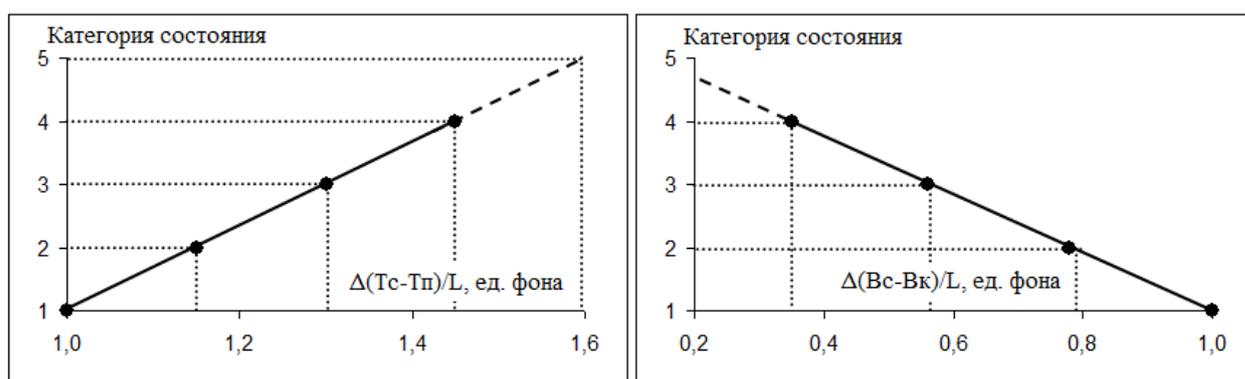


Рисунок 67 – Номограммы для определения жизненного состояния березы на участках рекреации по градиенту температур (слева) и влажности ствола и корней T_c , T_p – температура ствола, почвы; $Вс$, $Вк$ – влажность ствола, корней; L – расстояние между точками их измерения. Категории жизненного состояния деревьев: I – здоровые; II – ослабленные; III – сильно ослабленные; IV – усыхающие; V – сухостой текущего года.

Предложенный экспресс-метод является довольно чутким и нетрудоемким. Его применение в комплексе с определением (расчетом) других показате-

лей позволяет повысить достоверность оценки категории жизненного состояния деревьев, получаемых при их визуальном осмотре.

Анализ зависимости состояния древостоя изученных участков КРР со стадиями рекреационной дигрессии их почв и механической нарушенностью ландшафтов показал наличие между ними тесных корреляционных связей ($r = 0,88-0,90$), аппроксимируемых однотипными линейными функциями. Они позволяют говорить об идентичности процессов, происходящих под воздействием рекреации в ландшафтах в целом и в отдельных их компонентах, а также определять примерное состояние почв и древостоя на участках рекреации (рис. 68).

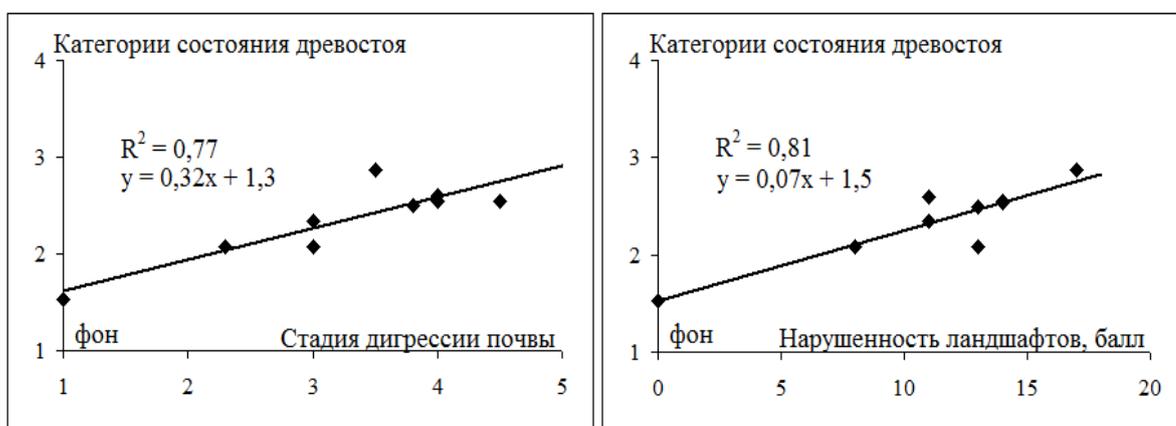


Рисунок 68 – Зависимость жизненного состояния древостоя на участках рекреации от уровня дигрессии почв (слева) и от механической нарушенности ландшафтов

Согласно методическим рекомендациям [62], степень деградации почв и земель определяется по нескольким десяткам показателей и имеет итоговую пятибалльную шкалу оценки (от неизмененных до сильно деградированных). В адаптированном автором для условий КРР варианте использованы только показатели состояния почв, изменяющиеся на участках неорганизованного массового отдыха под воздействием рекреации (табл. 62).

Таблица 62 – Показатели степени деградации почв участков рекреации КРР

Показатели изменения состояния почв	Степень деградации почв				
	1	2	3	4	5
Уменьшение мощности профиля почв, % от исходного	< 3	3-25	26-50	51-75	> 75
Увеличение плотности сложения, % от исходного	< 10	11-20	21-30	31-40	> 40
Уменьшение запасов гумуса в почве, % от исходного	< 10	11-20	21-40	41-80	> 80
Уменьшение содержания подвижного фосфора, % от исходного	< 10	11-20	21-40	41-80	> 80
Площадь, лишенная растительности, % от общей площади	< 10	11-30	31-50	51-70	> 70

Анализ связи рассчитанного интегрального показателям деградации почв участков КРР со стадиями их рекреационной дигрессии показал наличие между ними прямой статистически значимой зависимости (рис. 69).

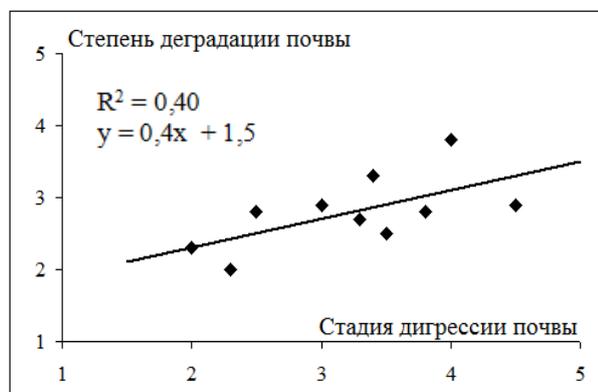
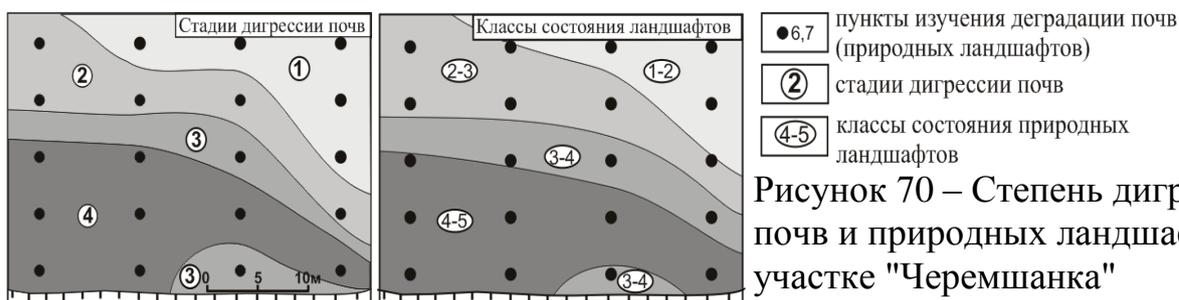


Рисунок 69 – Связь дигрессии почв участков рекреации со степенью ее деградации

Это обстоятельство указывает на применимость интегрального показателя деградации почв в качестве более достоверного оценочного индикатора экологического состояния почвенного покрова на участках рекреации вместо "традиционных" стадий рекреационной дигрессии.

Отметим, что результаты оценки экологического состояния участка "Черемшанка" (рис. 70) также говорят о преимуществе адаптированного для КРР метода оценки классов состояния ландшафтов над "традиционным" подходом как более "чувствительного" к изменениям природных комплексов рекреационных территорий.



Сравнение результатов перечисленных методических подходов к оценке состояния компонентов ландшафтов участков неорганизованной рекреации КРР говорит об их удовлетворительном совпадении между собой, а также об их небольшой вариабельности и итоговой оценке 3 балла, в целом отвечающей среднему уровню (классу, стадии, категории) экологического состояния (табл. 63).

Таблица 63 – Состояние ландшафтов, почв и древостоя на изученных участках неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе

Показатели состояния компонентов природных ландшафтов	Средние значения на участках рекреации								Среднее для КРР
	М2	М8	А1	Ш2	Ч9	Ч1	Ч10	Ч13	
Состояние ландшафтов, класс	3	4	3	4	4	4	3	2	3,4
Нарушенность ландшафтов, балл	3	4	3	4	3	2	2	2	3,1
Дигрессия почв ¹ , стадия	3	3	2	3	2	3	2	2	2,5
Дигрессия почв по ИПП _{фс} ² , ед.	2,7	3,4	2,7	4,5	4,2	4,4	2,5	2,1	3,3
Деградация почв, балл	2,7	2,8	2,0	3,3	2,8	2,9	2,5	2,3	2,7
Состояние древостоя ³ , категория	2,6	3,2	2,1	3,9	2,3	2,5	1,8	3,3	2,7
Среднее по участку	2,8	3,4	2,5	3,8	3,0	3,1	2,3	2,3	3,0

Оценки: 1 – по ОСТ 56-100-95, 2 – по интегральному показателю состояния почв по их физическим свойствам, 3 – средневзвешенная величина категории состояния породы

Подобная близость средних оценок, полученных разными методами, свидетельствует о возможности использования известных и предложенных подходов для определения экологической обстановки на рекреационных территориях, которые целесообразно применять в комплексном виде.

5.2 Обоснование допустимых рекреационных нагрузок и изменений природных ландшафтов

Рекреационные ландшафты формируются посредством стихийного деструктивного воздействия, контролируемого и целенаправленного изменения природных ландшафтов при неорганизованном, частично организованном и организованном массовом отдыхе соответственно.

Основными характеристиками природных ландшафтов, используемых для целей рекреации, являются [122]: потенциальная устойчивость к нагрузкам, уровень допустимых изменений, способность к самовосстановлению (рис. 71).

В зависимости от характера приобретенных изменений рекреационный ландшафт может обладать более высокой или более низкой, чем исходный ландшафт, устойчивостью к воздействию рекреации и способностью к самовосстановлению отдельных его компонентов. Необходимо отметить, что в случае организованной рекреации допускается замена или преобразование отдельных компонентов исходных ландшафтов, в частности, растительного покрова, с целью увеличения его устойчивости, а также комфортности отдыха.



Рисунок 71 – Схема формирования рекреационных ландшафтов [122, с изменениями]

Уровень и характер оказываемого воздействия при разных видах организации массового отдыха имеет ведущее значение в формировании конечного "облика" рекреационного ландшафта. Так, соблюдение рекреантами отдельных экологических норм, например, регламентированной разбивки лагерей и организации троп в пределах участков частично организованной рекреации, способствует сохранению аборигенного растительного покрова, особенно подроста основных древесных пород, обеспечивающего лесовозобновление.

Установлено, что такое качественное изменение природных ландшафтов, как их частичное обустройство для целей рекреации, может способствовать повышению устойчивости уязвимых компонентов биогеоценозов и увеличению предельных рекреационных нагрузок до 5-10 раз [37, 65, 120].

К числу факторов, определяющих уровень допустимых рекреационных нагрузок, относятся социальные и природные, экологические, а также факторы качества организации рекреации. Важнейшими из них для неорганизованного массового отдыха являются экологические характеристики территорий, в частности, устойчивость природных комплексов к рекреационным нагрузкам и допустимый уровень их изменения (рис. 72).



Рисунок 72 – Факторы, определяющие пределно допустимую нагрузку при организованной и неорганизованной рекреации [122, с изменениями]

Выше было отмечено, что устойчивость природных ландшафтов КРР к рекреационным нагрузкам в целом соответствует среднему и высокому уровню, однако современное их состояние, характеризующееся почти полным отсутствием лесовозобновления на фоне постоянно ухудшающегося состояния древостоя и роста дигрессии напочвенного покрова обуславливают для территории района промежуточный уровень допустимых рекреационных нагрузок между используемой нормой 0,8 чел./га и предложенной И.В. Тараном [111] для рекреационных лесов Западной Сибири нормой 7 чел./га.

Рекомендуемое для использования расчетное значение пределно допустимой годовой рекреационной нагрузки на природные ландшафты КРР равно 3,8 чел./га (сезонной – 17,4 чел./га) при 3-й стабилизированной стадии дигрессии напочвенного покрова. Эти значения "сняты" с отстроенных графиков связи стадий рекреационной дигрессии участков неорганизованной рекреации КРР с фактическими годовыми и сезонными нагрузками, аппроксимируемые линейными функциями $y = 0,13x + 0,82$ и $y = 0,57x + 0,82$ соответственно (рис. 73).

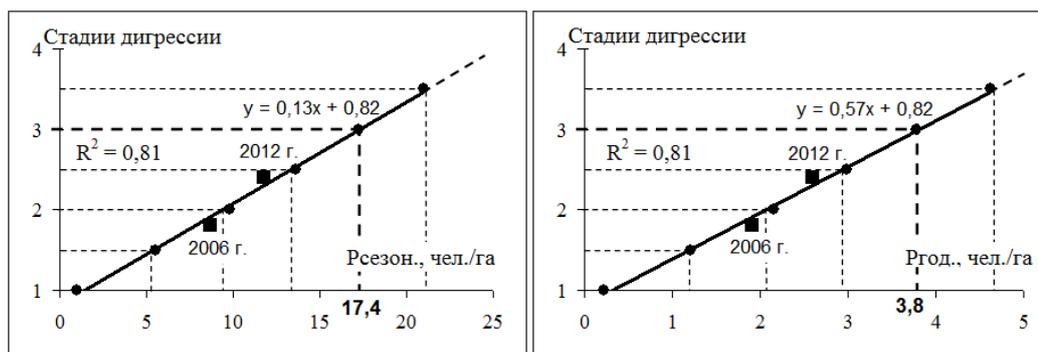


Рисунок 73 – Связь дигрессии с сезонной и годовой рекреационной нагрузкой

Следует отметить, что применяемая в настоящее время норма допустимой рекреационной нагрузки 0,8 чел./га превышена на 84,2 % участков неорганизованного массового отдыха КРР, а рекомендуемый норматив 3,8 чел./га превышен только на 17,6 % участков, что в целом соответствует частоте встречаемости (21 %) 3-ей и выше стадии деградации компонентов их природных ландшафтов.

Предельно допустимые изменения (ПДИ) показателей экологического состояния почв и древостоя участков неорганизованной рекреации КРР также "сняты" с графиков их связи со стадиями дигрессии и категориями жизненного состояния соответственно (табл. 64).

ПДИ определены для 3-й стабилизированной (допустимой) стадии (категории состояния). Они могут использоваться для отдельной или совместной оценки состояния почв и древесных видов на площади участков неорганизованного отдыха, а также их функциональных зон.

Таблица 64 – Предельно допустимые изменения показателей экологического состояния почв и древостоя участков массового отдыха на территории КРР

Почвенный покров (0-10 см)	Среднее ПДИ, ед. фона	Древесные эдификаторы (сосна, береза)	Среднее ПДИ, ед. фона
Физические свойства, показатели химического состава		Таксационные, морфометрические и биофизические показатели	
Твердость поверхности почвы	4,90±0,55	Радиальный прирост березы за 5 лет	0,64±0,02
Температура поверхности почвы	1,17±0,03	Радиальный прирост сосны за 5 лет	0,79±0,02
Объемная плотность	1,28±0,04	Градиент температуры ствола березы	1,30±0,05
Общая пористость	0,85±0,03	Градиент влажности ствола березы	0,57±0,07
Содержание гумуса	0,72±0,03	Асимметрия листа березы	1,50±0,10
Содержание подвижного фосфора	0,51±0,03	Средняя длина побега сосны 2-го года	0,68±0,04
Карбонатность	1,38±0,06	Средняя длина хвои сосны	0,78±0,03
Емкость катионного обмена	0,63±0,03	Поврежденность хвои сосны	1,87±0,21

* – для 3-ей стадии дигрессии почв и 3-ей категории жизненного состояния древостоя

Для оценки показателей ПДИ функциональных зон площадного типа (линейные объекты – дороги и тропы нормируются только по площади) необходимо руководствоваться значениями, соответствующими 3-й стадии дигрессии почв и 3-й категории жизненного состояния древостоя. Эти зоны концентрированного воздействия рекреации предполагают относительно более высокий уровень нарушенности почвенно-растительного покрова, чем территория участка в целом, сочетающая зоны слабых и сильных изменений.

5.3 Рекомендации по реабилитации деградированных участков неорганизованного массового отдыха и его регламентации

Вопросам реабилитации территорий, деградированных в результате чрезмерной рекреации, посвящено много публикаций отечественных [36, 49, 97, 122] и зарубежных [127, 134, 143, 146] авторов, анализ которых позволяет рекомендовать для практического использования на территории КРР следующие подходы (методы): регулирование рекреационных нагрузок; экологический мониторинг; реабилитация сильно нарушенных участков; перевод отдельных участков в категорию организованной и частично организованной рекреации; нормативно-правовое регулирование рекреационного природопользования; повышение экологической культуры рекреантов.

Анализ существующего опыта в области регламентации рекреационного воздействия, приведенный в главе "Состояние проблемы", позволяет выделить 4 последовательных этапа минимизации экологических последствий неорганизованного массового отдыха в Катунском рекреационном районе:

- 1) оценка существующих и допустимых уровней рекреационных нагрузок и связанных с ними изменений компонентов природных ландшафтов;
- 2) разработка дорожной карты (плана мероприятий) по стабилизации экологического состояния рекреационных ландшафтов и совершенствованию нормативно-правовой базы региона в сфере рекреационного природопользования;
- 3) реализация мероприятий дорожной карты, в том числе разноплановая реабилитация сильно нарушенных рекреационных ландшафтов;
- 4) мониторинг экологического состояния рекреационных ландшафтов и эффективности проводимых мероприятий по регламентации неорганизованного массового отдыха.

Имеющиеся данные по экологическому состоянию и рекреационным нагрузкам на участках неорганизованного массового отдыха на территории Катунского рекреационного района позволяют предполагать следующие возможные сценарии развития экологической ситуации на его площади.

Первый (наихудший) сценарий предположительно будет иметь место при отсутствии каких либо существенных изменений в политике рекреационного природопользования. В этом случае, в условиях продолжающегося прогрессирующего увеличения потока отдыхающих, в ближайшие годы заметно усилится антропогенный пресс на наиболее привлекательные в рекреационном плане природные ландшафты в долине р. Катунь и ее притоков. Естественно, увеличатся и сезонные рекреационные нагрузки, что повлечет дальнейшую деградацию всех компонентов окружающей природной среды.

Второй (позитивный) сценарий основан на предположении о прекращении роста рекреационных нагрузок в результате внедрения эффективной системы природоохранных мероприятий, способствующих стабилизации состояния природных ландшафтов. Однако, исходя из действующего в настоящее время законодательства РА в сфере рекреационного природопользования и состояния надзора за его соблюдением, этот сценарий следует признать нереалистичным.

Третий, наиболее реалистичный сценарий развития экологической ситуации на территории КРР, определяется сочетанием первых двух альтернативных вариантов. Он предположительно будет реализовываться на фоне постепенного проведения под давлением органов исполнительной власти и природоохранных органов мероприятий по контролю рекреационных нагрузок и восстановлению нарушенных природных комплексов мест неорганизованного массового отдыха.

Результаты проведенного исследования позволяют рекомендовать следующий алгоритм решения проблемы деградации природных ландшафтов, используемых при неорганизованном массовом отдыхе в Катунском рекреационном районе. Предлагаемые основные направления предполагают (табл. 65):

- инвентаризацию и изучение экологического состояния участков;
- комплекс мероприятий по регулированию рекреационных нагрузок;
- мониторинг состояния почвенно-растительного покрова;
- комплекс мероприятий по реабилитации деградированных участков;
- перевод неорганизованных участков при необходимости и возможности на уровень частично организованной и организованной рекреации;

- нормативно-правовое регулирование рекреационного природопользования;
- повышение экологической культуры отдыхающих.

Таблица 65 – Рекомендуемые подходы к решению проблемы деградации природных ландшафтов, используемых при неорганизованной рекреации в КРР

Подходы к решению проблемы	Мероприятия
Инвентаризация и изучение экологического состояния участков	Выявление и обследование участков массовой рекреации.* Оценка рекреационных нагрузок и уровня деградации участков.*
Регулирование рекреационных нагрузок	Передача "неблагополучных" участков во временную аренду. "Закрепление" части участков за ближайшими туробъектами. Ограничение и запрет на посещение деградированных участков. Ликвидация участков с единичными посещениями. Ликвидация съездов к участкам, закрытым для посещения. Функциональное зонирование участков рекреации и их частичное обустройство. Информирование о местоположении организованных и частично организованных участков рекреации.*
Мониторинг экологического состояния компонентов ландшафтов	Мониторинг экологического состояния почвенно-растительного покрова на основе показателей ПДИ.*
Реабилитация деградированных участков рекреации	Введение режимов "заповедования" на различные сроки на сильно нарушенных участках. Создание куртинно-полянных комплексов; мелиорация почв и фитомелиоративные мероприятия. Сбор и утилизация бытового мусора.*
Перевод в категорию частично организованной и организованной рекреации	Повышение устойчивости ландшафтов посредством обустройства участков рекреации. Организация на месте участков неорганизованной рекреации караван-парков, кемпинговых зон и пр. Создание геотехносистем с элементами "вторичной" природы.
Нормативно-правовое регулирование рекреационного природопользования	Совершенствование нормативно-правовой базы регулирующей сферу рекреационного природопользования в Республике Алтай.* Обеспечение действенного контроля надзорных органов и собственников земель за соблюдением норм рекреационного природопользования и природоохранного законодательства на участках рекреации.*
Повышение экологической культуры рекреантов	Размещение аншлагов с запрещающей и предупреждающей информацией на участках рекреации.* Создание информационных продуктов в СМИ и сети Интернет.*

* – мероприятия, общие для всей территории Катунского рекреационного района

Каждое из перечисленных направлений состоит из ряда мероприятий, часть которых реализуется для всей территории КРР, а остальные носят индивидуальный характер, зависящий от особенностей экологической обстановки на каждом конкретном участке неорганизованной рекреации. На практике набор мероприятий на отдельных участках будет заметно отличаться.

Актуальность периодической инвентаризации участков неорганизованной рекреации и оценки их экологического состояния (рекомендуется раз в 5 лет)

обусловлено его значительной пространственно-временной динамикой. Материалы этих работ позволят своевременно выработать комплекс превентивных и saniрующих мер, адекватных складывающейся экологической обстановке.

Регулирование рекреационных нагрузок – один из важнейших подходов к решению проблемы деградации природных комплексов на участках неорганизованной рекреации. При этом регулирование может быть лимитирующим, например, в случае ограничения доступа к участкам рекреации при достижении допустимой (предельной) рекреационной нагрузки, или перераспределяющим, ориентированным на концентрацию рекреантов на "недозагруженных" участках и/или участках с более благоприятным состоянием природных ландшафтов.

Последнее на участках неорганизованной рекреации достигается функциональным зонированием и частичным обустройством их территории. Для этого на местности необходимо наметить и закрепить аншлагами границы основных функциональных зон, создать элементы бытовой инфраструктуры (лесная мебель, туалеты, контейнеры ТБО), оборудовать стационарные кострища.

При необходимости ограничения посещаемости участков неорганизованного отдыха, все объекты обустройства на них, напротив, ликвидируются. Этот подход эффективен для малопосещаемых участков, поскольку при отсутствии следов пребывания рекреантов снижается вероятность их нового посещения.

Кроме того, размещение на пути следования туристов указателей с информацией о местоположении участков оборудованных для отдыха (частично организованные участки рекреации) позволит отчасти перераспределить поток автотуристов по территории Катунского рекреационного района.

Организация и ведение мониторинга экологического состояния компонентов ландшафтов на участках неорганизованного массового отдыха КРР является необходимым и весьма эффективным инструментом регламентации рекреации и санации ее негативных последствий. Мониторинговые наблюдения рекомендуется проводить ежегодно по окончании туристского сезона, то есть в конце сентября – начале октября, по предложенным показателям ПДИ ландшафтов и их отдельных компонентов. Возможны различные варианты комплек-

сирования мониторинговых наблюдений – от детального изучения до рекогносцировочного обследования, а также их проведение в экспресс-варианте с применением портативных анализаторов.

Важное значение для реабилитации сильно деградированных участков рекреации имеет проведение лесомелиоративных мероприятий, таких как рыхление и удобрение почвы, высаживание подроста и подлеска, что позволяет значительно ускорить процессы естественного лесовозобновления и повысить устойчивость древостоя. Эти мероприятия рекомендуется проводить в комплексе с фитомелиорацией участков, лишенных травостоя [111].

К рекомендуемым лесомелиоративным мероприятиям относится также создание куртинно-полянных комплексов, обычно формирующихся на 3-й стабилизированной стадии рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов [37] и представляющих собой чередование группировок из древесно-кустарниковых куртин с лесными видами трав и полян с луговыми доминантами. Их экологическая значимость состоит в сохранении в центре куртин естественной растительности, а также подроста ценозообразующих пород. При этом кустарник препятствует разрастанию нарушенных территорий и выступает косвенным регулятором рекреационной емкости участков массового отдыха.

Установлено, что наличие куртин на участках рекреации КРР свидетельствует о допустимом уровне изменений ландшафтов. Для их сохранения рекомендуется частичная организация участков рекреации, в частности, внедрение в природную среду некоторых элементов обустройства, необходимых для отдыха и препятствующих деградации компонентов природных комплексов (лесная мебель, туалеты, дорожно-тропиночная сеть, контейнеры для отходов и пр.).

В случае утраты способности к самовосстановлению биогеоценозов сильно нарушенных участков неорганизованной рекреации представляется целесообразным частичное преобразование их природных ландшафтов по типу караван-парков и кемпингов со специально оборудованными стоянками автотранспорта, пунктами проката туристского снаряжения, объектами общепита и размещения рекреантов (бунгало, коттеджи, места для палаток и др.).

Такие объекты обладают более высокой рекреационной емкостью природно-техногенных комплексов. Они способны привлечь большое число "диких" туристов, что позволит снизить рекреационные нагрузки на природные ландшафты. Этой цели будет способствовать также строительство туристско-рекреационного комплекса "Долина Алтай" с искусственной природной средой.

Несомненно, что решению рассматриваемой проблемы будет способствовать совершенствование законодательной и ведомственной нормативно-правовой базы в сфере рекреационного природопользования, в частности, использования лесных земель в рекреационных целях. Представляется целесообразным в ближайшее время разработать и принять закон Республики Алтай "О рекреационном природопользовании на территории Республики Алтай", в котором будут прописаны пути решения актуальных природоохранных проблем в сфере туризма и массового отдыха населения.

Действенными мерами по соблюдению природоохранного законодательства со стороны рекреантов были и остаются меры административного воздействия, в частности, штрафы за экологические правонарушения. Представляется, что в настоящее время эта работа проводится на недостаточном уровне и нуждается в усилении. Проведение регулярных рейдов надзорных органов и арендаторов земельных участков является важным регламентирующим фактором, "вынуждающим" рекреантов соблюдать экологические требования (сбор и утилизация отходов, соблюдение правил пожарной безопасности и др.).

В условиях преобладающей невысокой экологической культуры природопользования туристов и местного населения, необходимо целенаправленное экологическое образование, просвещение и пропаганда. Одной из форм наглядной агитации могут выступать различные информационные материалы, например, стенды или аншлаги с правилами поведения на природе, запреты на размещение отходов и др., размещаемые на участках рекреации или на пути следования туристов. Кроме того, активную роль в экологическом просвещении населения играют различные информационные продукты СМИ и Интернет.

В заключение отметим, что реализация перечисленных рекомендаций требует совместного участия органов власти и представителей турбизнеса.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволили: оценить экологическое состояние почвенно-растительного покрова на 10 детально изученных участках неорганизованного массового отдыха и в целом на территории Катунского рекреационного района; обосновать норматив допустимой рекреационной нагрузки и предельно допустимых изменений компонентов ландшафтов; создать основу для организации и ведения мониторинга их геоэкологического состояния; разработать критерии определения стадий рекреационной дигрессии почв и категорий состояния древесных эдификаторов района.

Проведенный анализ существующих методик оценки геоэкологического состояния рекреационных территорий выявил три основных подхода к его оценке: оценка текущей экологической обстановки по показателям состояния напочвенного покрова (стадии дигрессии, классы состояния и пр.); сравнение состояния участков рекреации и контрольных площадок; экспериментальная оценка устойчивости напочвенного покрова к воздействию рекреантов.

В ходе изучения выяснено, что основными особенностью участков неорганизованного массового отдыха на территории КРР является их полифункциональная структура, лентовидная морфология и локализация в водоохранных зонах р. Катунь и ее притоков, доступных для автотранспорта.

Установлено, что основным фактором воздействия рекреантов на почвенно-растительный покров является его вытаптывание, способствующее уплотнению почв и вызывающее изменение физических свойств и, в меньшей степени, показателей их химического состава.

Определено, что в настоящее время среднегодовые рекреационные нагрузки на изученных участках неорганизованного массового отдыха в КРР варьируются в пределах 0,2-7,2 чел./га при среднем 2,5 чел./га, а стадия их рекреационной дигрессии составляет 1,5-4 при среднем значении 2,4. Ее среднегодовой прирост равен 5 % и сопоставим с темпами роста рекреационных нагрузок. Сделан вывод, что к 2018 г. средний уровень рекреационной дигрессии на территории КРР достигнет 3-й стабилизированной стадии.

Обоснована и рекомендована для практического использования в условиях Катунского рекреационного района расчетная предельно допустимая норма годовой рекреационной нагрузки равной 3,8 чел./га.

Установлено, что воздействие рекреации на почвы проявляется до глубины 30-50 см и на расстоянии до 2,5-3 м. Связи между свойствами и показателями состава почв рекреационных территорий заметно отличаются от контроля.

Выяснено, что состояние древесных видов тесно сопряжено, в основном, с интенсивностью негативных изменений водно-физических свойств почв и, в меньшей степени, с изменениями их химического состава.

Установленные зависимости между свойствами и составом почв, а также между показателями жизненного состояния древесных видов и стадиями деградации позволяют диагностировать экологическое состояние участков рекреации. В частности, предложенные параметрические и интегральные показатели позволяют диагностировать геоэкологическое состояние почвенно-растительного покрова участков рекреации, в том числе в экспресс-варианте на основе применения отстроенных номограмм.

Предложен алгоритм решения проблемы деградации природных ландшафтов Катунского рекреационного района, используемых при неорганизованном массовом отдыхе, в том числе комплекс практических мероприятий по его регламентации и реабилитации деградированных рекреационных территорий.

В заключение необходимо отметить, что приведенные в настоящей работе данные отражают текущее состояние изученности негативных последствий неорганизованной рекреации на территории КРР. Эта проблема требует дальнейшего всестороннего изучения, в т. ч. для других рекреационных районов РА.

Список литературы

1. Авакян, А.Б. Рекреационное использование водохранилищ: проблемы и решения / А.Б. Авакян и др. – М: Наука, 1990. – 152 с.
2. Агроэкология / В.А. Черников и др. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Алексеева, В.И. Понятие рекреационного туризма / В.И. Алексеева // Проблемы современной экономики: материалы междунар. науч. конф. – Челябинск: Два комсомольца, 2011. – С. 176.
4. Алексеенко, Е.В. Экологическая устойчивость культурных ландшафтов промышленного города (на примере парков г. Омска): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Алексеенко Елена Вячеславовна – Омск, 2006. – 17 с.
5. Алтайский край. Туристские районы СССР / Сост. Г.М. Егоров. – М.: Профиздат, 1987. – 264 с.
6. Андреева, И.В. Нормирование рекреационных нагрузок для редких и уникальных природных комплексов Алтайского края. / И.В. Андреева, И.Н. Ротанова // Сб.ст. V между. науч.-практ. конф. "Экономика. Сервис. Туризм. Культура (ЭСТК-2003)". – Барнаул: АлтГТУ, 2003. – С. 137-139.
7. Байлагасов, Л.В. Адаптация традиционной хозяйственной деятельности коренных этносов Республики Алтай к современным потребностям туристской отрасли / Л.В. Байлагасов, К.С. Павлова // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – №5(42). – С. 428-430.
8. Башалханова, Л.Б. Проблемы оценки природно-рекреационного потенциала территории / Л.Б. Башалханова, И.А. Башалханов // Проблемы и перспективы развития туризма в странах с переходной экономикой. – Смоленск: 2000. – С. 158-160.
9. Бганцова, В.А. Влияние рекреационного пользования на некоторые свойства почв сложных сосняков и березняков / В.А. Бганцова // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С. 102-108.

10. Бганцова, В.А. Влияние рекреационного лесопользования на почву / В.А. Бганцова, В.Н. Бганцов, А.А. Соколов // Природные аспекты рекреационного использования лесов. – М.: Наука, 1987. – С. 70-95.
11. Большаков, Н.М. Рекреационное лесопользование / Н.М. Большаков. – Сыктывкар: СЛИ, 2006. – 312 с.
12. Бондарь, В.И. Химические свойства темно-серых лесных почв в рекреационных дубравах южной левобережной лесостепи УССР / В.И. Бондарь // Лесоводство и агромелиорация. – Вып. 68. – С. 15-18.
13. Бусыгин, Г.В. Диагностика жизнеспособности деревьев по температурным параметрам / Г.В. Бусыгин, В.Н. Карасев, М.А. Карасева // Сб. науч. тр. межд. науч.-техн. конф. "Актуальные проблемы лесного комплекса". – Вып. 12. – 2005. – С. 9-12.
14. Веденин, Ю.А. Проблемы рекреационного использования горных регионов / Ю.А. Веденин, С.В. Одессер // Известия АН СССР Серия География. – 1989. – №3. – С. 75-82.
15. Винокуров, М.А. Что такое туризм? / М.А. Винокуров // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2004. – № 3. – С. 19-24.
16. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. – М.: Госкомлесхоз, 1987. – 34 с.
17. Генсирук, С.А. Рекреационное использование лесов / С.А. Генсирук, М.С. Нижник, Р.Р. Возняк. – К.: Урожай, 1987. – 248 с.
18. Гладков, В.П. Влияние массового воскресного отдыха на растительность и почвы пригородных лесов в Коми АССР / В.П. Гладков. // Тр. Коми фил. АН СССР. – 1982. – № 50. – С. 31-44.
19. Гольцев, А.Ф. Влияние рекреации на напочвенный покров буковых насаждений / А.Ф. Гольцев // Лесное хозяйство. – 1982. – № 2. – С. 57-58.
20. Дедю, И.И. Экологический энциклопедический словарь / И.И. Дедю. – Кишинев: Гл. ред. Молдавской советской энциклопедии, 1989. – 406 с.

21. Джабарова, Н.К. Перспективы освоения лечебных гидротермальных ресурсов рекреационных районов юга Сибири / Н.К. Джабарова, А.А. Коханенко // Матер. IV междунар. научн. конф. "Современные проблемы геоэкологии и природопользования горных территорий". – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – С. 18-22.
22. Джабарова, Н.К. Перспективы курортно-рекреационного развития юга Сибири / Н. К. Джабарова и др. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2010. – № 1. – С. 36-38.
23. Дирин, Д.А. Оценка и рекреационное использование пейзажно-эстетических ресурсов Усть-Коксинского района Республики Алтай / Д.А. Дирин – Новосибирск: Изд. Сиб. отд. РАН, 2007. – 206 с.
24. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2013 году / под ред. Ю.В. Робертуса. – Горно-Алтайск: 2014. – 124 с.
25. Долгов, А.А. Выявление воздействия рекреационной нагрузки на состояние фитоценозов долины р. Белая / А.А. Долгов // Матер. VIII краев. молодежн. науч.-практ. конф. "Молодежь в XXI веке". – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2007. – С. 270-280.
26. Дыренков, С.А. Изменение лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования / С.А. Дыренков // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 20-35.
27. Егоров, А.Г. Изменение твердости почв прибрежных территорий среднего течения реки Томи в условиях рекреационного воздействия / А.Г. Егоров // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – № 2. – С. 9-14.
28. Егорова, С.Е. Влияние рекреационной нагрузки на микрофлору и азотфиксирующую активность почв в сосняках / С.Е. Егорова, В.А. Лаврова // Природные аспекты рекреационного использования лесов. – М.: Наука, 1987. – С. 108-126.
29. Жевелева, Е.М. Влияние рекреационной нагрузки на некоторые химические свойства почв Карпатского заповедника / Е.М. Жевелева, О.В. Офицерова // Вестник МГУ. – Сер. 17. Почвоведение. – 1985. – № 2. – С. 63-65.

30. Забелина, Н.М. Национальный парк / Н.М. Забелина. – М.: Мысль, 1987. – 172 с.
31. Забросаев, Н.С. Влияние антропогенных и природных факторов на дубравы Молдавии и особенности ведения хозяйства в рекреационных лесах / Н.С. Забросаев // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 68-80.
32. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
33. Зеленский, Н.Н. Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках / Н.Н. Зеленский, Н.П. Жижин // Лесной журнал. – 1975. – № 1. – С. 33-42.
34. Зеликов, В.Д. Некоторые особенности почв лесопарков, скверов и улиц Москвы / В. Д. Зеликов, В. Г. Пшоннова // Городское хозяйство Москвы. – 1962. – № 5. – С. 28-31.
35. Ивонин, В.М. Эрозия бурых лесных почв в связи с рекреационной дигрессией / В.М. Ивонин, В.Е. Авдонин // Лесная промышленность. – 1998. – № 3. – С. 22-24.
36. Казанская, Н.С. Научно-географические основы планирования и организации территорий массового стационарного туризма (по исследованиям на Пестовском водохранилище) / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин // Вопросы географии. – сб. 93. География и туризм. – 1973. – С. 81-89.
37. Казанская, Н.С. Рекреационные леса / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.
38. Карасев, В.Н. Эколого-физиологическая диагностика хвойных пород разного состояния: на примере *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* (L.) Karst: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Карасев Валерий Николаевич. – Йошкар-Ола, 2000. – 47 с.
39. Карпачевский, Л.О. Лес и лесные почвы / Л.О. Карпачевский. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.
40. Карписонова, Р.А. Дубравы лесопарковой зоны г. Москвы / Р.А. Карписонова. – М.: Наука, 1967. – 103 с.

41. Качинский, Н.А. Физика почвы / Н.А. Качинский. – М.: Высшая школа. – 1970. – Ч. 2. – 359 с.
42. Киселева, В.В. Состояние насаждений разных пород НП "Лосиный остров" в условиях комплексного воздействия городской среды / В.В. Киселева // Лесные экосистемы и урбанизация: сборник статей. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 40-68.
43. Клюкин, М.А. Оценка устойчивости геокомплексов к рекреационным нагрузкам: опыт расчета на примере зоны отдыха озера Ая / М.А. Клюкин // Сб.ст. X межд. науч.-практ. конф. "Экономика. Сервис. Туризм. Культура (ЭСТК-2008)". – Барнаул: АлтГТУ, 2008. – С. 253-256.
44. Кузьмина, Е.В. Изменение корневой системы подроста ели под влиянием рекреационного уплотнения почвы / Е.В. Кузьмина // Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – С. 44-48.
45. Куйбышев, С.В. Изменение биохимических свойств почвы под влиянием рекреационных нагрузок в условиях лесопаркового пояса Подмосковья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Куйбышев Сергей Владимирович. – М., 1987. – 24 с.
46. Куминова, А.В. Растительный покров Алтая / А.В. Куминова. – Новосибирск: Издательство АН СССР, 1960. – 450 с.
47. Кусков, А.С. Рекреационная география / А.С. Кусков, В.Л. Голубева, Т.Н. Одинцова. – М.: Флинта, 2005. – 496 с.
48. Ланина, В.В. Пути рекреационного использования лесных территорий лесопаркового защитного пояса г. Москвы / В.В. Ланина // Лесное хозяйство. – 1982. – № 2. – С. 51-54.
49. Ланцова, И.В. Геоэкологическая оценка и рациональное использование рекреационного потенциала береговых зон водохранилищ: автореф. дис ... д-ра геогр. наук: 25.00.36 / Ланцова Ирина Владимировна. – Москва, 2009. – 50 с.
50. Легачева, Н.М. Рекреационная емкость экологических троп в районе Телецкого озера / Н.М. Легачева // Сб.ст. XI межд. науч.-практ. конф. "Экономика.

- Сервис. Туризм. Культура (ЭСТК-2009)". – Барнаул: АлтГТУ, 2009. – С. 120-121.
51. Лесная энциклопедия / Под ред. Г.И. Воробьева. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – т. 2. – 631 с.
52. Линник, В.Г. Результаты экспериментального исследования влияния вытаптывания на травяной покров и почву / В.Г. Линник и др. // Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М.: МГУ, 1978. – С. 17-35.
53. Лысиков, А.Б. Изменения почвенно-экологических условий в лесных биоценозах под влиянием рекреации / А.Б. Лысиков // Сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф. "Актуальные проблемы лесного комплекса". – Вып. 13. – Брянск: БГИТА, 2006. – С. 79-82.
54. Любимов, Р.В. Свинцовое загрязнение и изменения физико-химических свойств почв населенных пунктов Республики Алтай: дис. ... канд. геол.-минер. наук: 25.00.36/Любимов Роман Владимирович. – Томск, 2005. – 160 с.
55. Максименко, В.П. Комплексная мелиорация уплотненных почв на орошаемых землях: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / Максименко Владимир Пантелеевич. – М., 2009. – 46 с.
56. Манышева, Т.В. Геоэкологический анализ новейших изменений традиционного природопользования в горных регионах (На примере алтай-кижи, Республика Алтай): дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Манышева Татьяна Васильевна. – Томск, 2009. – 174 с.
57. Маркин, М.М. Туристские тропы Алтая / М.М. Маркин, М.Ю. Колчевников, В.Н. Еременко. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1984 – 160 с.
58. Марусенко, Я.И. Гидрография Западной Сибири / Я.И. Марусенко. – Томск, 1961. – Т.1. – 170 с.
59. Марфенина, О.Е. Влияние нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых лесных почв / О.Е. Марфенина и др. // Вестник МГУ. – Сер. 17. Почвоведение. – 1984. – № 3. – С. 52-58.

60. Маторкин, А.А. Совершенствование методов отбора деревьев хвойных пород при формировании насаждений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Маторкин Алексей Алексеевич. – Йошкар-Ола, 2009. – 23 с.
61. Меланхолин, П.Н. Рекреационная динамика структуры нижних ярусов леса / П.Н. Меланхолин, Г.А. Полякова // Динамика и устойчивость рекреационных лесов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – С. 119-141.
62. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Письмо Комитета РФ по земельным ресурсам и землеустройству от 27.03.1995 № 3-15/582. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://open.lexpro.ru/document/108858#1>.
63. Миков, О.А. Оценка техногенного загрязнения почв методом каппаметрии при эколого-геохимическом мониторинге: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.24 / Миков Олег Анатольевич. – Томск, 1999. – 18 с.
64. Минаев, А.И. Некоторые проблемы развития туризма на Алтае / А.И. Минаев // Матер. II межд. конф. "Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее". – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010. – С. 368-370.
65. Мироненко, Н.С. Рекреационная география / Н.С. Мироненко, И.Т. Твердохлебов. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 207 с.
66. Николаева, О.П. Определение норм допустимого рекреационного использования природных комплексов Алтайского края / О.П. Николаева // Матер. регион. научн.-практ. конф. "Состояние, проблемы и перспективы развития туризма на Алтае. Экологическая безопасность, как фактор инвестиционной привлекательности территории". – Барнаул, 2005. – С. 48-54.
67. Николаева, О.П. Определение рекреационных нагрузок на побережье оз. Кольванское / О.П. Николаева // Труды IV Рос.-монг. науч. конф. молодых ученых и студентов "Алтай: экология и природопользование". – Бийск: РИО БГПУ, 2005. – С. 95-100.
68. Новиков, И.С. Морфотектоника Алтая / И.С. Новиков. – М.: Изд-во СО РАН. Фил. Гео, 2004 – 312 с.

69. Нудельман, М.С. Социально-экономические проблемы рекреационного природопользования / М.С. Нудельман. – Киев: Наукова думка, 1987. – 132 с.
70. Оборин, М.С. Концептуальное содержание понятий «рекреация» и «туризм»: общее и различное / М.С. Оборин. // Вестник Тюменского гос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 200-206.
71. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев и др. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
72. ОСТ 56-69-83 "Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки" [Электронный ресурс] / Юридическая База РФ. – Режим доступа: <http://jurbase.ru/texts/sector154/tez54810.htm>.
73. ОСТ 56-100-95 "Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы" [Электронный ресурс] / Юридическая База РФ. – Режим доступа: <http://www.jurbase.ru/index.htm>.
74. Павлова, К.С. Характер изменения свойств и состава почв рекреационных территорий (на примере Катунского района Республики Алтай) / К.С. Павлова, Ю.В. Робертус, А.В. Кивацкая // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 1 (38). – С. 338-342.
75. Павлова, К.С. Элементный состав золы листьев березы как индикатор состояния рекреационных территорий Республики Алтай / К.С. Павлова // Матер. межд. школы-семинара, посвященной 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского (1863–2013) "Геохимия живого вещества". – Томск: 2013. – С. 165-168.
76. Павлова, К.С. Методические подходы к оценке экологического состояния природных комплексов рекреационных территорий / К.С. Павлова, Ю.В. Робертус // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 5 – С. 54-59.
77. Павлова, К.С. Проблемы туристско-рекреационного развития Горного Алтая / К.С. Павлова // Матер. II Всерос. научн.-практ. конфер. с межд. участ. "Рекреационная география и инновации в туризме". – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2014. – С. 220-222.

78. Павлова, К.С. Изменения почвенно-растительного покрова на участках неорганизованного массового отдыха (на примере Катунского рекреационного района Республики Алтай) / К.С. Павлова // Матер. XIV конф. молодых ученых ИВЭП СО РАН. – Барнаул: 2014. – С. 43-50.
79. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1966. – 392 с.
80. Петров, В.В. Жизнь леса и человека / В.В. Петров. – М.: Наука, 1985. – 132 с.
81. Поросенков, Ю.В. Формирование отечественной рекреационной географии и проблемы социально-экономико-географических исследований рекреационной деятельности / Ю.В. Поросенков, Т.М. Худякова // Вестник ВГУ. – Серия: География, Геоэкология. – №2. – 2009. – С. 5-11.
82. Почвоведение / Под ред. Ю.Г. Чельшкина. – М.: Колос, 1969. – 543 с.
83. Почвы Горно-Алтайской автономной области / отв. ред. Р.В. Ковалев. – Новосибирск: Наука, 1973. – 352 с.
84. Преображенский, В.С. Охрана курортных ресурсов и оздоровление окружающей среды и территориальных рекреационных систем / В.С. Преображенский // Охрана биосферы курортных и рекреационных зон СССР. – М.: Наука, 1982. – С. 35-51.
85. Природные комплексы Майминского района Республики Алтай / Коллективная монография. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. – 186 с.
86. Прудникова, Н.Г. Рекреационная нагрузка и экологическое состояние оз. Ая / Н.Г. Прудникова // Матер. междун. науч. конф. "Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже 3-го тысячелетия". – Томск: НТЛ, 2000. – С. 168-172.
87. Прудникова, Н.Г. К методике оценки устойчивости озерных геосистем / Н.Г. Прудникова // Сб.ст. V межд. науч.-практ. конф. "Экономика. Сервис. Туризм. Культура (ЭСТК – 2003)". – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2003. – С. 139-144.

88. Пурдик, Л.Н. Ландшафтный подход в территориальном планировании (на примере Беловского района Кемеровской области): монография / Л.Н. Пурдик. – Барнаул: ООО "Полиграфист", 2012. – 191 с.
89. Пучкин, А.В. Природные рекреационные ресурсы разновысотных ландшафтов горной страны (на примере Горного Алтая): автореф. дис ... канд. геогр. наук: 25.00.23 / Пучкин Алексей Васильевич – Томск, 2004. – 13 с.
90. Рассказова, М.М. Оценка состояния некоторых лесных фитоценозов в условиях рекреационной нагрузки: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Рассказова Марина Михайловна. – Калуга, 2006. – 36 с.
91. Рахматуллина, И.В. Биоразнообразие цианобактериально-водорослевых ценозов в зоне рекреации национального парка "Башкирия": автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Рахматуллина Ирина Васильевна. – Уфа, 2008. – 18 с.
92. Реймерс, Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс – М.: Мысль, 1990. – 673 с.
93. Репшас, Э.А. Особенности дигрессии и регрессии рекреационных лесов Литовской ССР / Э.А. Репшас // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 44-55.
94. Репшас, Э. А. Теоретические предпосылки изучения рекреационной дигрессии леса / Э.А. Репшас // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1990 – С. 23-26.
95. Робертус, Ю.В. Основные проблемы рекреационного природопользования в Республике Алтае и пути их решения / Ю.В. Робертус, К.С. Павлова // Матер. III межд. конф. "Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее". – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2013. – С. 381-384.
96. Робертус, Ю.В. Рекреационные ресурсы Республики Алтай / Ю.В. Робертус, К.С. Павлова // Матер. межд. науч.-практ. конф. "Охрана окружающей среды и природных ресурсов стран Большого Алтая". – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – С. 201-204.

97. Рудакова, Г.Д. Оценка рекреационного воздействия на основные компоненты экосистемы в приозерной зоне Чулымо-Енисейской котловины: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13 / Рудакова Галина Дмитриевна. – Красноярск, 2012. – 18 с.
98. Рысин, Л.П. Влияние рекреационного лесопользования на растительность / Л.П. Рысин, Г.А. Полякова // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С. 4-26.
99. Рысина, Г.П. Оценка антропоустойчивости лесных травянистых растений / Г.П. Рысина, Л.П. Рысин // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С. 26-36.
100. Сазыкин, А.М. Полемиические заметки географа о проблемах терминологии в рекреационной географии и туризме / А.М. Сазыкин // Матер. рег. науч.-практ. конф. Дальтур-2001 "Туризм на Дальнем Востоке: Бизнес, инвестиционные стратегии, образование и экология". – Владивосток, 2002. – С. 306-310.
101. Санитарные правила в лесах Российской Федерации (в ред. Приказа МПР РФ от 05.04.2006 № 72) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wood.ru/ru/fzsanit.html>.
102. Саранча, М.А. Проблемы концептуального определения и соотношения понятий "туризм" и "рекреация" / М.А. Саранча // Вестник Удмуртского университета. – Серия "Науки о земле". – 2009. – Вып. 2. – С. 105–118.
103. Сафронова, Ю.В. Экологическое состояние травяного покрова широколиственных насаждений г. Москвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Сафронова Юлия Викторовна. – Москва, 2008. – 24 с.
104. Сериков, М.Т. Сущность экосистемного метода лесоустройства рекреационных лесов / М.Т. Сериков // Сб. науч. тр. "Лесная таксация и лесоустройство". – Красноярск: СибГТУ, 2000. – С. 184-191.
105. Собчак, Р.О. Фитоиндикация окружающей среды / Р.О. Собчак и др. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. – 88 с.
106. Собчак, Р.О. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth. / Р.О. Собчак,

- Т.Г. Афанасьева, М.А. Копылов // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 368. – С. 195-199.
107. Соколов, Л.А. Изменение физических свойств почв и роста насаждений под влиянием рекреационных нагрузок в парках и лесопарках Подмосковья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03 / Соколов Леонид Алексеевич. – М., 1983. – 27 с.
108. Сухова, М.Г. Климаты ландшафтов Горного Алтая и их оценка для жизнедеятельности человека / М.Г. Сухова, В.И. Русанов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 150 с.
109. Сухова, М.Г. Рекреационное районирование горных территорий на основе ландшафтно-климатического анализа (на примере Горного Алтая) / М.Г. Сухова // Матер. межд. конф. "Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов". – Кызыл: 2005. – С. 115-122.
110. Сухова, М.Г. Эколого-климатический потенциал ландшафтов Алтае-Саянской горной страны для жизнедеятельности населения и рекреационного природопользования: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.36 / Сухова Мария Геннадьевна. – Томск, 2009. – 41 с.
111. Таран, И.В. Устойчивость рекреационных лесов / И.В. Таран, В.Н. Спиридонов. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1977 – 179 с.
112. Таранец, И.П. Пространственное распределение почвенных коллембол в рекреационных лесах подмосковья: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / Таранец Ирина Павловна – Москва, 2013. – 23 с.
113. Тарасов, А.И. Рекреационное лесопользование / А.И. Тарасов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 187 с.
114. Урушадзе, Т.Ф. Влияние рекреационных нагрузок на леса зеленой зоны Тбилиси и Рустави / Т.Ф. Урушадзе и др. // Рекреационное лесопользование в СССР. – М: Наука, 1983. – С. 103-111.
115. Федеральный закон "Об основах туристской деятельности в Российской Федерации" [принят ГД РФ 04.10.1996, по состоянию на 05.02.2007]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru>.

116. Федорец, Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н.Г. Федорец, М.В. Медведева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
117. Фомина, Н.В. Оценка некоторых параметров биологической активности почвы рекреационной зоны природного заповедника "Столбы" / Н.В. Фомина // Матер. VI междун. науч.-практ. конф. "Аграрная наука – сельскому хозяйству". – Барнаул, 2011. – кн. 2. – С. 290-293.
118. Цареградская, С.Ю. Динамика основных компонентов лесных биогеоценозов под влиянием рекреации / С.Ю. Цареградская // Лесное хозяйство. – 1982. – № 2. – С. 59-61.
119. Черных, Д.В. Ландшафты Алтая (Республика Алтай и Алтайский край). Карта. М – 1:500000 / Д.В. Черных, Г.С. Самойлова // ФГУП Новосибирская картографическая фабрика, 2011.
120. Чиждова, В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха / В.П. Чиждова. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 48 с.
121. Чиждова, В.П. Определение допустимой рекреационной нагрузки (на примере дельты Волги) / В.П. Чиждова // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 2007. – № 3. – С. 31-36.
122. Чиждова, В.П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление / В.П. Чиждова. – Смоленск: Ойкумена, 2011. – 176 с.
123. Щербина, В.Г. Водопроницаемости почвы при рекреационном уплотнении [Электронный ресурс] / В.Г. Щербина, Н.А. Битюков, С.В. Жиглова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2006. – № 06(22). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/06/pdf/10.pdf>.
124. Щукина, Е.Н. Закономерности размещения четвертичных отложений и их стратиграфия на территории Алтая / Е.Н. Щукина // Тр. ГИН АН СССР. – вып. 26. – 1960. – С. 127-164.

125. Эмсис, И.В. Рекреационное использование лесов Латвийской ССР / И.В. Эмсис. – Рига: Зинатне, 1989. – 133 с.
126. Этцель, И.А. Спелеология как туристско-рекреационные ресурсы Алтая / И.А. Этцель // Матер. II межд. конф. "Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее". – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010. – С.368-370.
127. Anderson, Dorothy H. Maintaining the quality of park resources and visitor experiences: a handbook for managers / Dorothy H. Anderson, David W. Lime, Theresa L. Wang. – St. Paul, MN: Cooperative Park Studies Unit, Department of Forest Resources, University of Minnesota. – 134 p.
128. Bell, S. Outdoor Recreation and Nature Tourism: A European Perspective [Online Article] / S. Bell et al. // Living Reviews in Landscape Research. – Vol 1, (2007), 2. – Found at: <http://www.livingreviews.org/lrlr-2007-2>.
129. Bernhardt-Römermann, M. Vegetation responses to disturbance by trampling: a pan-European multisite experiment to evaluate the coherence between functional traits, local environment and vegetation response [Online Article] / M. Bernhardt-Römermann and etc. – Found at: <http://www.alter-net.info/about-alter-net/projects/mse/mse-1>.
130. Boyle, S.A. Effects of Nonconsumptive Recreation on Wildlife: A Review / S.A. Boyle, F.B. Samson // Wildlife Society Bulletin. – Vol. 13. – № 2 (Summer, 1985). – pp. 110-116.
131. Boniface, B.G. Worldwide Destinations Casebook: the geography of travel and tourism / B.G. Boniface, C. Cooper. – L.: Butterworth-Heinemann, 2005. – 259 p.
132. Cole, David N. Recreational impacts on backcountry campsites in Grand Canyon National Park, Arizona, USA / David N. Cole // Environmental Management. – 1986. – № 10. – pp. 651–659.
133. Cole, David N. Wilderness Campsite Monitoring Methods: A Sourcebook [Online Article] / David N. Cole. – April 1989. – Found at: <http://leopold.wilderness.net/pubs/179.pdf>.

134. Cole, David N. Wildlife preservation and recreational use: conflicting goals of wildland management / David N. Cole, Richard L. Knight // Transactions of the 56th North American wildlife and natural resources conference. – 1991. – 233-237pp.
135. Cole, David N. Recreational trampling of vegetation: standard experimental procedures / David N. Cole, Neil G. Bayfield // Biological Conservation. – 1993. Vol. 63. – Pp. 209-215.
136. Cole, David N. Impacts of Hiking and Camping on Soils and Vegetation: a review / David N. Cole // Environmental Impacts of Ecotourism. – Wallingford: CABI Publishing, 2004. – pp. 41-61.
137. Cole, David N. Changing conditions on wilderness campsites: Seven case studies of trends over 13 to 32 years [Online Article] / David N. Cole. – Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-300. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2013. – Found at: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr300.pdf.
138. Crawford, A.K. The effect of trampling on neutral grassland / A.K. Crawford, M.J. Middle // Biological Conservation. – 1977. –Vol. 12. – № 2. – Pp. 135–142.
139. Dick, V. Changes in the flora and vegetation of the coastal dunes of Voorn (the Netherlands) in resation to environmental changes/ V. Dick // Vegetatio. – 1985. – Vol. 6. – № 1(3). – Pp. 87-95.
140. Dotzenko, A.D. Effect of recretional use on soil and moisture conditions in Rocky Mountain National Park / A.D. Dotzenko, N.T. Papamichos, P.S. Romine // Soil and Water Conserv. – 1967. – Vol 22. – № 22. – Pp. 196-197.
141. Eckenrod, Brian J. Recreation impacts on high elevation soils: a comparison of disturbed, undisturbed and restored sites [Online Article] / Brian J. Eckenrod // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science In Land Rehabilitation. – Bozeman, Montana, 2006. – 109 p. – Found at: http://www.cfc.umt.edu/CESU/Reports/NPS/MSU/2004/Zabinski_Eckenrod_rpt.pdf

142. Edington, J.M. Ecology, Recreation and Tourism / J.M. Edington, M. A. Edington. – London, United Kingdom: Cambridge University Press, Melbourne, 1986. – pp. 112-117.
143. Foti, P.E. Grand canyon national park – rapid site inventory of backcountry campsites [Online Article] / P.E. Foti et al. – 2004-2006. – Found at: http://www.nps.gov/grca/parkmgmt/upload/GRCA_RapidSiteInvenotrySummary.pdf.
144. Frissell, S.S. Judging Recreation Impacts on Wilderness Campsites / S.S. Frissell // Journal of Forestry. – 1978. – № 76. – pp. 481-483.
145. Goeldner, C.R. Tourism: principles, practices, philosophies / C.R. Goeldner, Brent J. R. Ritchie. – Hoboken, NJ John Wiley & Sons, 2003. – 606 p.
146. Hammitt, W. E. Wildlife Recreation: Ecology and Management / W. E. Hammitt, David N. Cole. (2nd edition). – New York: John Wiley and Sons, 1998. – 361p.
147. Kostrowiski, A.S. Zastosowanie badan, geobotanicznych w planwaniu przetrzennym / A.S. Kostrowiski. – "Miasto". – 1972. – №9. – S. 12-17.
148. Leiper, N. The framework of tourism: towards a definition of tourism, tourist, and the tourist Industry / N. Leiper // Annals of Tourism Research. – 1979. – Vol. 6(4). – pp. 390-407.
149. Liddle, M. J. Recreation Ecology: The Ecological Impact of Outdoor Recreation and Ecotourism / M. J. Liddle. – London: Chapman and Hall, 1997. – 639 p.
150. Lockaby, B.C. Camping effects on selected soil and vegetative properties / B.C. Lockaby, B.A. Dunn // Soil and Water Conserv. – 1984. – Vol 39. – № 3. – Pp. 215-216.
151. Marion, Jeffrey L. Long-Term Monitoring Methods for Assessing Visitor Impacts to Mountain Summits. Final Research Report [Online Article] / Jeffrey L.Marion, J. Wimpey, C. Carr // U.S. Geological Survey, Distributed by the Virginia Tech College of Natural Resources, Blacksburg, VA, 2013. – Found at: https://profile.usgs.gov/myscience/upload_folder/ci2014Nov1113223536429Acadia%20NP%20Summit%20Research%20Rpt,%20Final.pdf.

152. Marsz, A.A. Metoda obliczania Pojemnosci recreacyjney oszkodkow wypoczynkowychnanizu / A.A. Marsz. – Posnan, 1972. – 22 p.
153. Marzano, M. Recreational use of forests and disturbance of wildlife – a literature review [Online Article] / M. Marzano, N. Dandy // Forestry Commission Research Report. Forestry Commission. – Edinburgh, 2012. – Found at: [http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRP020.pdf/\\$FILE/FCRP020.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRP020.pdf/$FILE/FCRP020.pdf).
154. Medlik, S. Dictionary of Travel, Tourism and Hospitality / S. Medlik. – L.: Butterworth-Heinemann, 2003. – 283 p.
155. Meinecke, Emilio. P. The effect of excessive tourist travel on the California redwood parks California Department of Natural Resources / Emilio. P. Meinecke. – Sacramento: Division of Parks, 1928. – 20 p.
156. Monti, P.W. Effects of camping surface soil properties in the Boreal Forest Region of Northwestern Ontario, Canada / P.W. Monti, E.E. Macintosh // Soil Science Society of America. – 1979. – Vol. 43. – № 5. – Pp. 1024-1029.
157. Monz, Christopher A. Monitoring Recreation Resource Impacts in Two Coastal Areas of Western North America: an Initial Assessment / Christopher A. Monz // USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-4. – 1998. – Pp. 117-122.
158. Nicholls, S. Outdoor Recreation and Tourism [Online Article] / S. Nicholls. – Found at: http://glisa.msu.edu/docs/NCA/MTIT_RecTourism.pdf.
159. Parsons, D.J. Measuring Impacts of Wilderness Use / D.J. Parsons, S.A. MacLeod // PARKS. – 1980. –V. 5. – № 3. – pp. 8-12.
160. Settergen, C.D. Recreational effects on soil and vegetation in the Missouri Ozarks / C.D. Settergen, D.N. Cole // Forestry. – 1970. – Vol 68. – № 4. – Pp. 231-233.
161. Temple, Kenneth L. Potential health hazard from human wastes in Wilderness / Kenneth L. Temple, Anne K. Camper, Robert C. Lucas // Soil and Water Conservation. – 37(6). – 1982. – Pp. 357-359.
162. UNWTO technical manual: Collection of Tourism Expenditure Statistics. World Tourism Organization, 1995. – p. 10. [Online Article]. – Found at: <http://pub.unwto.org/WebRoot/Store/Shops/Infoshop/Products/1034/1034-1.pdf>.

163. Wall, G. The environmental impact of outdoor recreation / G. Wall, C. Wright. // Department of Geography Publication Series No. 11, Ontario, Canada: University of Waterloo Press, 1977.
164. Zabinski, Catherine A. Effects of recreational impacts on soil microbial communities / Catherine A. Zabinski, J.E. Gannon // Environmental Management. – 1997. – № 21. – Pp. 233-238.