

Санкт-Петербургский государственный университет

МИХАЛЬЧУК Яна Павловна

Выпускная квалификационная работа

**АНТРОПОГЕННАЯ НАРУШЕННОСТЬ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ООПТ
«СТОЛБЫ»**

Основная образовательная программа магистратуры
«Геоэкологический мониторинг и рациональное природопользование»
Профиль «Природопользование»

Научный руководитель: к.г.н.,
АРЕСТОВА Ирина Юрьевна

Рецензент: к.б.н., зам.директора по
научной работе заповедника "Столбы",
КНОРЕЕ Анастасия Алексеевна

Санкт-Петербург
2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Изменение состояния природных ландшафтов при антропогенном воздействии и рекреации.....	5
1.1. Определение понятий антропогенного воздействия и нарушенности природных комплексов.....	5
1.2. Устойчивость природных ландшафтов	6
1.3. Рекреационное воздействие на лесные сообщества.....	12
Глава 2. Общие сведения о районе исследования	19
2.1. Физико-географическая характеристика	19
2.1.1. Геологическое строение и рельеф.....	19
2.1.2. Климатические условия	21
2.1.3. Гидрологические особенности	22
2.1.4. Почвенный покров.....	24
2.1.5. Растительность	26
2.2. Изученность состояния природных комплексов ООПТ «Столбы» и влияние на них антропогенного воздействия	33
Глава 3. Методика исследований	41
3.1. Подготовительный этап.....	41
3.2. Полевой этап исследований	41
3.3. Камеральный этап исследований	45
3.4. Аналитический этап.....	46
Глава 4. Результаты исследований	47
Заключение	58
Список использованных источников	60
<i>Приложение 1</i> Описание фоновых пробных площадок.....	66
<i>Приложение 2</i> Характерные особенности устойчивости ПТК к механическому воздействию	71

ВВЕДЕНИЕ

Особо охраняемые природные территории являются основной базой для сохранения естественных условий природной среды, поэтому необходимо проводить исследования для определения состояния уже существующих природных резерватов, территории, которых подвергаются антропогенным воздействиям, чтобы минимизировать и оптимизировать влияние, ведущее к сокращению биоразнообразия и трансформации природных комплексов.

Антропогенное воздействие на леса может выражаться в снижении видового разнообразия: лесные виды травостоя постепенно исчезают, уступая место лесо-луговому, луговому и сорным; в процессе вытаптывания территории происходит уплотнение и иссушение почвы, нарушении ее структуры, снижении воздухо- и влагопроницаемости; также воздействие проявляется в возрастании чувствительности деревьев к инвазиям насекомых и различного рода болезням, а также к гибели отдельных деревьев (Иванов, Чиждова, 2003; Чиждова, 2006). Все эти негативные проявления отражаются на функционировании всей экосистемы.

Для изучения изменений, происходящих в природных комплексах на особо охраняемых природных территориях, которые подвергаются воздействию туризма и рекреации, был выбран заповедник «Столбы». Этот природный резерват расположен на юге Красноярского края, на северо-западных отрогах Восточных Саян, граничащих со Среднесибирским плоскогорьем.

На территории заповедника находятся уникальные природные образования – сиенитовые скалы, являющиеся главной достопримечательностью заповедника. Сочетание разнообразных ландшафтов и скал, привлекают внимание туристов со всего мира. «Столбы» выделяются достаточно богатым видовым разнообразием (823 вида) растительности (для сравнительно небольшой территории), большая часть которой, является типичными представителями бореальной и южной флоры Красноярского края, но также встречаются реликты и эндемичные виды, подлежащие особой

охране.

Этот особо охраняемый природный объект испытывает влияние крупного промышленного города (Красноярск). Возросшее количество туристов в последние годы, оказывает определенное воздействие на состояние экосистем, в особенности на те, что расположены на территории туристско-экскурсионного района. Поэтому необходимо проводить исследования по определению изменений, происходящих в природных компонентах геосистем заповедника.

Целью выпускной квалификационной работы является анализ антропогенной нарушенности природных комплексов заповедника «Столбы».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить и выбрать методики для оценивания состояния природных комплексов;
- ознакомиться с литературными данными и материалами, хранящимися в фонде заповедника;
- провести описание природно-территориальных комплексов в ходе летней инициативной научно-исследовательской практики;
- определить изменения в травянистом и почвенном покрове, лесной подстилке, древостое на территории туристско-экскурсионного района ГПЗ «Столбы»;
- выявить степень антропогенной трансформированности лесных фитоценозов на туристских маршрутах в соответствии с существующими критериями.

Выражаю благодарность сотрудникам государственного природного заповедника «Столбы»: Анастасии Алексеевне Кнорре, Дане Юрьевне Полянской, за оказанное сотрудничество и помощь во время проведения натурных наблюдений.

ГЛАВА 1. Изменение состояния природных ландшафтов при антропогенном воздействии и рекреации

1.1. Определение понятий антропогенного воздействия и нарушенности природных комплексов

Человек неразрывно связан с природной средой, он начал преобразовывать ее с давних пор. На сегодняшний день это влияние проявляется в глобальных масштабах. Для сохранения природных комплексов и объектов создаются особо охраняемые природные территории, но и это не всегда защищает природный комплекс от антропогенного воздействия.

Изменение ландшафта предполагает приобретение им новых или утраты прежних свойств в результате внешнего воздействия (природного, антропогенного) или под влиянием внутренних процессов, которые действуют, как правило, одновременно (Соболева, 2010).

К внешним факторам можно отнести космические, тектонические, антропогенно-техногенные, эволюционные, связанные с эволюцией ПТК более высокого ранга. Внутренние причины – это противоречивые взаимодействия компонентов в процессе функционирования ландшафта, которые являются движущей силой развития ландшафта. Сущность их состоит в стремлении компонентов к достижению равновесия и в то же время – в неизбежном его нарушении. Например, в процессе взаимодействия растительности с абиотическими компонентами, растения стремятся приспособиться к среде, но своей жизнедеятельностью эту среду постоянно меняют (Соболева, 2010).

Все компоненты ландшафта находятся в тесной взаимосвязи и любое воздействие на него, сопровождается цепной реакцией, сопровождающейся изменениями в ее структуре, функционировании и стабильности. Характер изменений зависит от многих факторов – от типа воздействия, его продолжительности и режима, от характера зависимостей свойств внутри ландшафта. Изменения ландшафта классифицируют чаще всего по источнику (эндогенные и экзогенные), интенсивности (слабые, сильные),

направленности (регрессивные, прогрессивные, обратимые и необратимые), охвату (изменение ландшафта в целом или его отдельных элементов), скорости (постепенные, резкие).

Согласно Реймерсу, *антропогенным воздействием* на природную среду является прямое или опосредованное влияние человеческого общества на природную среду, приводящее к точечным, локальным или глобальным ее изменениям (Реймерс, 1992).

Антропогенное воздействие может оказывать влияние на различные компоненты геосистем - почву, недра, растительный покров, водные объекты, животный мир. Может иметь различный масштаб воздействия (глобальные, региональные, локальные) и его интенсивность, степень опасности, различаться по длительности воздействия (длительные, кратковременные) и характеру воздействия (прямые, опосредованные) (Степановских, 2001).

Под *антропогенной нарушенностью* природных ландшафтов, понимается степень изменения процессов функционирования и состава их компонентов в результате внешнего влияния (Реймерс, 1992).

Именно антропогенная нарушенность, один из самых сложных показателей, так как сочетает в себе как разнообразные формы антропогенного вмешательства, так и определенные характерные особенности геосистем. Синонимами являются такие термины как: трансформированность, измененность (изменение), дигрессия (Петрова, 2012).

В литературных источниках термин «антропогенная нарушенность» встречается гораздо реже, чем «деградация» и другие синонимичные термины.

Наиболее масштабно проблему антропогенной нарушенности и деградации природных комплексов затронули такие исследователи как Н.С. Казанская, В.В. Ланин (1977), которые создали теорию рекреационной дигрессии, В.П. Чижова (1977), И.В. Таран (1985), Дыренков С.А (1978).

1.2. Устойчивость природных ландшафтов

Важное свойство любой природной геосистемы — устойчивость. От нее

зависит способность природно-территориального комплекса (ПТК) противостоять изменениям вследствие антропогенного воздействия. Потенциальная устойчивость геосистем — это их способность оставаться относительно неизменными или меняться в пределах своего структурно-функционального инварианта, либо возвращаться к нему за период их жизненного цикла или цикла внешнего воздействия (Казаков, 2004).

Л.А. Казаков в своем учебном пособии по ландшафтоведению, выделяет общие процессы и механизмы, которые определяют устойчивость геосистем, и приводит перечень свойств, при котором наименее устойчивыми к антропогенным воздействиям являются следующие из них:

- реликтовые и молодые геосистемы, не полностью соответствующие по своей структуре и функционированию современным условиям окружающей их природной среды;
- геосистемы, обладающие повышенными или, наоборот, пониженными запасами потенциальной энергии рассеивания (диссипации), но зато повышенным потенциалом концентрации вещества (горы, возвышенности или низины);
- геосистемы с ярко выраженными лимитирующими гидротермическими факторами (тундры - недостаток тепла, пустыня - влаги) либо трофическими факторами (геосистемы на хорошо промытых флювиогляциальных или аллювиальных песках);
- устойчивость падает с понижением иерархического ранга или уровня геосистем, а также от доминантов к субдоминантам и редким ПТК (Казаков, 2004).

Важно добавить, что устойчивость геосистем высоких и низких иерархических уровней различна. Повышенная устойчивость геосистем более высоких уровней (ландшафт, местность), основывается на том, что имеет большую площадь, объем вещества и энергии, и, следовательно, эта система более инертна. Для того, чтобы изменить и нарушить устойчивость такой

системы, требуется достаточно мощное природное или антропогенное вмешательство. Природные комплексы более низкого иерархического ранга, такие как урочище и фация, обладают гораздо меньшей устойчивостью к различного рода антропогенным воздействиям, и им требуется меньше времени, чтобы произошли первые изменения и трансформация природного комплекса.

Помимо потенциальной устойчивости, существует такое понятие как упругая устойчивость геосистем. Загрязнение вод и воздушного бассейна снижают устойчивость ландшафтов, а одним из механизмов, поддерживающих устойчивость геосистем, является их способность самовосстанавливаться после нарушений. Например, быстрое восстановление уничтоженной растительности или интенсивное самоочищение от загрязнителей (геохимическая устойчивость, рис.1).



Рисунок 1. Потенциал самоочищения ландшафтов от минеральных и органических веществ на территории России (Национальный атлас ..., 2004)

1) от органических веществ: - очень высокий, - выше среднего, -средний, - ниже среднего, - очень низкий;

2) от минеральных веществ: -очень высокий, - выше среднего, - средний, - ниже среднего, - очень низкий

Геохимическая устойчивость, определяется следующими группами факторов:

1. скоростью разложения продуктов техногенеза в почвах и атмосфере;
2. вероятностью осаждения загрязняющих веществ на геохимических барьерах разного типа;
3. возможностью очищения ландшафтов от продуктов техногенеза путем рассеяния водными и воздушными потоками.

Распределение этих факторов определяется общими зонально-климатическими особенностями распределения тепла и влаги, строением литогенной основы ландшафта, а также интенсивностью поверхностного и подземного стоков (Национальный атлас ..., 2004)

Упругую устойчивость оценивают по скорости самовосстановления. Анализ различных геосистем показывает, что механизм поддержания устойчивости за счет самовосстановления лучше действует в геосистемах с мощными вещественно-энергетическими потоками. Например, речные геосистемы, где мощным системообразующим фактором является водный поток, геосистемы, сформированные морскими течениями, а также геосистемы, обладающие высокочастотным и интенсивным биологическим круговоротом (БИК), например, тип влажных субтропических, тропических и экваториальных лесов. Для этих геосистем характерен мощный поток солнечной радиации и значительное количество атмосферных осадков, поддерживающих активный и высокочастотный БИК (Казаков, 2004).

При антропогенном воздействии на природный ландшафт наибольшему изменению подвергается почва, биота, водный и тепловой режимы, но их нарушение является обратимым. При нарушении рельефа, твердого фундамента и климата преобразования носят характер необратимых, и эти геосистемы становятся антропогенными (Соболева, 2010).

Трансформированность природных компонентов ООПТ может проявляться через различные виды воздействий: химическое, физическое (механическое) или рекреационное.

Химическое загрязнение является одним из наиболее распространенных

видов антропогенного воздействия. Минеральные и органические вещества, попадающие в водные объекты и атмосферу, изменяют механизмы функционирования отдельных компонентов ландшафта. При воздушном загрязнении, в первую очередь затрагивается растительность, действия газов и пыли влияют на ассимиляционный аппарат растений. Особенно чувствительны к загрязнению воздушной среды мхи, лишайники и хвойные породы деревьев. Под влиянием очень слабых концентраций сернистого газа и других промышленных загрязнителей первыми исчезают из состава фитоценозов мхи и лишайники. В зонах сильного загрязнения хвоя сосны приобретает темно-красную окраску, в хвое накапливаются загрязняющие вещества (тяжелые металлы), устьица их забиваются копотью, появляются хлорозы и некрозы, а затем хвоя отмирает и опадает, просуществовав всего год при норме 3-5 лет. Загрязнение атмосферы влияет как на растительность, так и на педосферу. Кислотные дожди вымывают биогенные элементы из почвы, повышают ее кислотность, в следствии чего происходит деградация почв и фитоценозов (Фелленберг, 1997).

Способность природного комплекса противостоять химическому загрязнению, проявляется в виде геохимической устойчивости ландшафта, о которой говорилось ранее.

Механическое воздействие на природные ландшафты является одной из главных проблем при посещении ООПТ. Происходит уплотнение почвы, вытаптывание растительности, повреждение древостоя, исчезает подрост, эти изменения ведут к деградации природного комплекса и исчезновению коренного фитоценоза.

Иванов А.Н. и Чижова В.П. в своем учебном пособии по охраняемым природным территориям, предложили такой список свойств природных компонентов, которые определяют потенциальную устойчивость геосистем к механическому воздействию:

- механический состав почв (устойчивы легкосуглинистые почвы, с утяжелением или облегчением механического состава устойчивость

- падает);
- влажность почвы (устойчивы свежие почвы, с иссушением или увлажнением устойчивость падает);
 - мощность гумусового горизонта почвы (чем он мощнее, тем устойчивость выше);
 - мощность рыхлых грунтовых отложений (если скалистое основание подходит близко к поверхности, устойчивость заметно снижается);
 - уклон поверхности (чем он больше, тем устойчивость ниже);
 - состав древостоя и строение корневой системы основных пород деревьев (в каждом регионе существуют свои более и менее устойчивые породы; так, для средней полосы России более устойчивы мелколиственные породы, а менее – хвойные, а из них самой неустойчивой является ель) (Иванов, Чижова, 2003).

По этому перечню свойств, можно условно определить насколько потенциально устойчив исследуемый природно-территориальный комплекс к механическому воздействию, в частности к вытаптыванию.

Рекреационное воздействие сочетает в себе как механическое, так и отчасти химическое воздействие. При этом типе влияния происходит нарушение большей части компонентов ландшафта, в результате вытаптывания обнажаются корни деревьев, почвенный покров может уничтожаться до литогенной основы, развиваются эрозионные процессы, появляются синантропные виды растений, вытесняющие естественные лесные, остается мусор и другие отходы, деструкция которых может происходить десятки лет. При этом типе нарушения оценить трансформацию природного комплекса можно как через механическую устойчивость, так и через рекреационную дигрессию (п.1.3).

На территории России, ландшафты по степени устойчивости к рекреационному воздействию классифицируют как:

- ландшафты средней полосы – лесная зона (подзона хвойно-

широколиственных лесов), а также некоторые территории причерноморского побережья и юг Дальнего Востока - характеризуются наивысшей устойчивостью;

- северная и южная тайга, лесостепь - территории со средней и низкой устойчивостью;
- крайний Север (тундра и лесотундра) и юг России (степи и полупустыни) отличаются крайне низкой устойчивостью (Иванов, Чижова, 2003).

Эта классификация не учитывает всех особенностей, а является более обобщенной и затрагивает только масштабные ландшафтные зоны нашей страны.

1.3. Рекреационное воздействие на лесные сообщества

Рекреационная деятельность постепенно ведет к изменению биоценоза, что способствует перестройке коренного сообщества производным (Бурова, 2007).

Среди основных физических факторов воздействия посетителей в лесных сообществах на растительный и почвенный покров (рис.2), главным является вытаптывание. Процесс вытаптывания территории приводит к нарушению лесной подстилки, уплотнению верхних слоев почвы и ее иссушению, нарушается ее структура, снижается воздухо- и влагопроницаемость, воздухо- и влагоемкость; на наклонных участках происходит смыв почв и линейная эрозия, а на песчаных грунтах – развевание. (Иванов, Чижова, 2003).

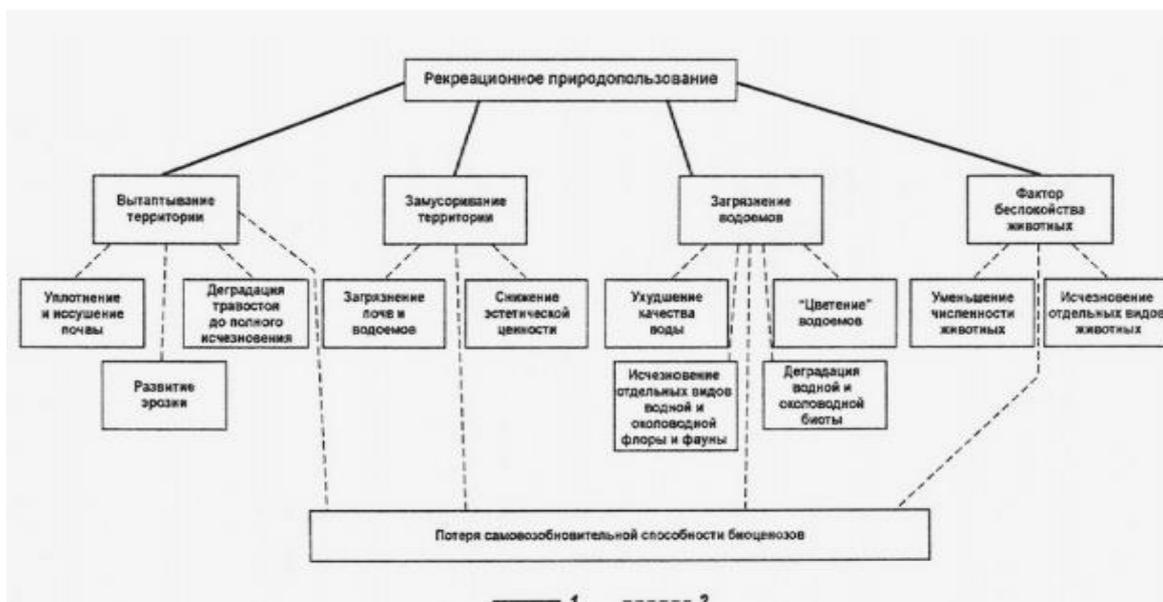


Рисунок 2. Схема влияния рекреационной деятельности на природную среду.

(Иванов, Чижова, 2003)

1-воздействие на природную среду; 2-реакция природной среды

В результате антропогенной деятельности в природном комплексе происходят изменения – дигрессии. Стадия рекреационной дигрессии – этап изменения биогеоценоза в результате воздействия рекреационной нагрузки.

Одну из первых классификаций по рекреационной дигрессии составила Н.С. Казанская с соавторами (Казанская, 1977), они выделяют 5 стадий:

первая стадия – деятельность человека не внесла в природный комплекс никаких заметных изменений, лесная подстилка не нарушена, налицо полный набор характерных для данного типа леса травянистых видов, большое количество подроста;

вторая стадия – установлении редкой сети тропинок, занимающие не более 5 % площади, уплотняется и начинает разрушаться подстилка, появление среди травянистых растений некоторых светолюбивых видов, лесовозобновление нормальное;

третья стадия – вытопанные участки занимают уже 10-15% площади, тропиночная сеть сравнительно густа, мощность подстилки на тропах уменьшена или же она отсутствует, под пологом леса появляются не только

лесолуговые, но и луговые и даже сорные виды, но на ветропиночных участках возобновление леса все еще удовлетворительное: количество молодого подроста пока превышает количество более старшего;

четвертая стадия – тропинки густой сетью опутывают лес, а в местах их пересечения образуются так называемые окна вытаптывания, то есть участки, практически полностью лишенные травяного покрова. Там, где он еще сохранился, количество собственно лесных видов незначительно. Жизнеспособного подроста молодого возраста (до 5-7 лет) фактически нет. Лесная подстилка встречается лишь отдельными фрагментами у стволов деревьев. В местах концентрации поверхностного стока, при небольших уклонах местности, начинают образовываться борозды размыва;

пятая стадия – практически полное отсутствие лесной подстилки, подроста и подлеска. Отдельными экземплярами на плотной и утрамбованной почве встречаются сорные и однолетние виды трав, прижимающиеся к стволам деревьев. Сами деревья чаще всего больные, имеют механические повреждения стволов. У многих из них корни обнажены и выступают на поверхность почвы. На наклонных участках четко выражены формы линейной эрозии (Казанская, 1977).

Граница устойчивости природного комплекса, то есть предел, после которого наступают необратимые изменения, проходит между третьей и четвертой стадиями. Соответственно, за предельно допустимую нагрузку принимается та нагрузка, которая соответствует третьей стадии дигрессии. Необратимые изменения в природном комплексе начинаются на четвертой стадии, а угроза гибели лесных насаждений – на пятой стадии.

На ранних стадиях дигрессии происходит уплотнение подстилки, изменяется мощность и соотношение горизонтов. В подстилке исчезает верхний рыхлый слой, который является местообитанием почвенной фауны и микроорганизмов, и одновременно исчезает следующий ферментативный слой, представляющий собой полуразложившиеся остатки опада и растений. Эти процессы в морфологии подстилки, оказывают отрицательное воздействие на

биоогенный круговорот элементов в биогеоценозе (Бурова, 2007). Заметно изменяется растительный покров. В лесных ландшафтах (а именно они представляют большую часть всех ООПТ России) лесные виды травостоя постепенно исчезают, уступая место лесолуговым, луговым и, наконец, сорным. Последние оказываются сильнее всех в конкурентной борьбе за влагу и питательные вещества почвы (Иванов, Чижова, 2003).

Изменения, происходящие в травяно-кустарничковом ярусе, напрямую влияют на состояние лесного фитоценоза. Травяно-кустарничковый ярус оказывает влияние на температуру, влажность почвы, задержание осадков и опада, испарение влаги из почвы и с ее поверхности, формирование лесной подстилки и накопление органических веществ. Растения страдают от уплотнения почвы, механических повреждений наземных и подземных органов, обрывания, уничтожения всходов. При длительном вытаптывании изменяется среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, происходит смена растительности, доминирующими становятся светолюбивые виды, устойчивые к вытаптыванию. Степень устойчивости к вытаптыванию связана с морфологическими особенностями растений.

Наиболее устойчивыми к вытаптыванию считаются виды:

1. прилегающие к земле (розеточные);
2. имеющие более или менее прочные ткани;
3. обладающие определенными морфологическими признаками (листья, сложенные вдвое; точка роста защищена почкой и др.);
4. хорошо и быстро размножающиеся;
5. способные к быстрой регенерации;
6. выносящие плотные, плохо аэрированные почвы.

К таким видам относятся подорожник большой (*Plantago major* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), которые доминируют на последних стадиях трансформации сообщества. Все устойчивые виды обладают широкой экологической амплитудой (Бурова, 2007).

Анализ проективного покрытия напочвенного покрова, позволяет условно определить стадии рекреационной дигрессии, по мере ее увеличения: уменьшается проективное покрытие (мало толерантные растения); проективное покрытие увеличивается на средних стадиях, затем падает (средне толерантные); проективное покрытие увеличивается (более толерантные); покрытие существенно не изменяется (индифферентные) (Бурова, 2007).

Мало толерантным может являться вереск обыкновенный (*Calluna Vulgaris* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), типичные лесные мхи. К средне толерантным видам, на измененных территориях, можно отнести мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), полевица тонкая (*Agrostis tenuis* Sibth.), некоторые осоки. А наиболее толерантным к воздействию является мятлик однолетний (*Poa annua* L.), тонконог большой (*Koeleria grandis* Bess.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) – растения, произрастающие на достаточно сильно измененных лесных участках. Индифферентные виды - щавель кислый (*Rumex acetosa* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), вероника лекарственная (*Veronica officinalis* L.). С усилением антропогенной трансформации происходит сокращение видового богатства (Бурова, 2007).

При уплотнении почвы снижается обеспеченность влагой и кислородом, и происходит ухудшение водно-минерального питания корней деревьев, в результате вымывания почвы и мелкозема обнажаются корни деревьев, а сами они теряют силы: снижается годовой прирост, отдельные ветви и вершина усыхают, древостой становится редким, сокращается густота деревьев, соответственно уменьшается биомасса и снижается бонитет. Нарушаются физиологические процессы, и ослабевшие деревья чаще подвергаются инвазиям насекомых-вредителей и грибковых заболеваниям, и деревья погибают. Обычно в первую очередь гибнут коренные хвойные породы: ель с ее поверхностной корневой системой и сосна на песчаных грунтах, быстро теряющая почву под корнями. При благоприятных условиях их место занимают береза, осина, ольха, ива. С болезнью деревьев ослабляется и их самовозобновительная способность. Они начинают плодоносить не каждый год

и в гораздо меньшем объеме. К тому же семена отдельных видов деревьев бывают не в состоянии укорениться в плотной почве или прорасти, а уже имеющийся подрост в результате ухудшения условий питания также погибает. Такой лес теряет не только самовосстановительную способность – основной показатель жизненности лесного ландшафта, но и характеризуется гораздо меньшим по количеству и иным по составу набором видов животного и растительного мира (Иванов, Чижова, 2003; Чижова, 2006, Бурова, 2007).

Воздействие туризма и экскурсий, отличается от массового локализованного отдыха прежде всего линейным типом вытаптывания, в процессе которого формируется тропиновая сеть. В процессе развития каждая тропа и окружающая её территория проходят ряд последовательных стадий.

На первом этапе воздействию обычно подвергаются самые хрупкие представители растительного покрова тропы, а также верхняя часть лесной подстилки. На прилегающей территории заметных изменений в исходном сообществе практически не наблюдается. При увеличении количества посетителей ускоряется ход всех процессов, которые обладают тесной причинно-следственной зависимостью: рост количества посетителей – уплотнение верхнего горизонта почвы – снижение ее порозности – уменьшение влагоемкости и влагопроницаемости – исчезновение травяного покрова и лесной подстилки – увеличение поверхностного стока – развитие плоскостной эрозии – образование линейных эрозионных форм – разрушение участка тропы – расширение ее за счет соседних участков – расширение всей зоны влияния тропы (Чижова, 2000). На последней стадии тропы, имеет вид широкой дороги с плотно утоптанной и обнаженной центральной осевой частью и с редким травяным покровом из сорных, устойчивых к вытаптыванию, трав по обочинам. На окружающей территории, по обеим сторонам тропы можно выделить ряд вытянутых в том же направлении, что и тропы, полос, каждая из которых отличается своим соотношением видов травянистых растений, относящихся к различным экологическим группам (лесные, лесо-луговые и сорные), разным проективным покрытием, набором видов микро- и мезофауны. Ширина зоны

влияния тропы может колебаться в значительных пределах: от нескольких десятков сантиметров (если, например, тропа проходит по краю скального выступа) до нескольких сотен метров (на открытой местности в горных условиях, где велико действие фактора беспокойства на особо чувствительных к нему животных). На самой тропе при постоянном ее использовании природные компоненты (почва с ее структурой и живыми организмами, а также напочвенный растительный покров) могут необратимо деградировать очень быстро, даже за один летний сезон. И эту деградацию принято относить к разряду так называемых "нормальных потерь", не требующих применения специальных мероприятий по восстановлению на полотне тропы почвенно-растительного покрова. Такая тропа, если на ней не развивается эрозия, может выдержать практически без ущерба для себя довольно большое число туристов (Иванов, Чижова, 2003).

Дигрессия природных комплексов при одних и тех же рекреационных нагрузках может быть различна, некоторые комплексы могут деградировать за 1-2 года, а другие сохранять схожее биоразнообразие от первоначального в течение 10 лет (Иванов, Чижова, 2003). ПТК с высокой степенью устойчивости к механическим воздействиям, наименее подвержен изменениям, но при длительном воздействии и он будет так же нарушен.

Отрицательное воздействие рекреации на территории ООПТ, заключаются в значительном превышении фактического количества отдыхающих над предельно допустимыми нагрузками, замусоривание территории, загрязнение водоемов, беспокойство животных, в следствии чего, они покидают эти зоны. Данные последствия приводят к трансформации ландшафтов и потере ими способности к самовосстановлению, участки теряют свою эстетическую и рекреационную ценность.

Одним из объектов ООПТ, испытывающих чрезмерную рекреацию, является заповедник «Столбы». Поэтому анализ антропогенной нарушенности его экосистем необходим для определения допустимых нагрузок на различные участки его территории.

ГЛАВА 2. Общие сведения о районе исследования

2.1. Физико-географическое положение

Исследования проводились на территории государственного природного заповедника “Столбы”, который был образован в 1925 году, он является одним из старейших заповедников на территории России. На сегодняшний день территория заповедника составляет 47,219 тыс. га (Заповедник «Столбы», 2017).

Заповедник расположен в южной части Красноярского края на отрогах Восточного Саяна (рис.3.) Скальные объекты (столбы) являются главной достопримечательностью заповедника.



Рисунок 3. ООПТ «Столбы» в границах Красноярского края (Google Maps)

2.1.1. Геологические особенности и рельеф

Геологический разрез горных пород в районе Столбов представлен осадочными и вулканическими толщами, имеющими возраст от кембрия (около 570 млн. лет) до каменноугольного периода. Они представлены многочисленными интрузиями и покрыты рыхлыми мезозойскими и кайнозойскими осадками (Заповедник “Столбы”, 2017).

Кварцевые сиениты и граниты, достаточно устойчивые к выветриванию, постепенно оказались на поверхности и образовали господствующие высоты

заповедника: Кайдынский хребет, г. Абатак, Столбинское нагорье. В пределах последнего единый массив был расчленен на ряд останцов выветривания (интрузивные тела) (Заповедник “Столбы”, 2017).

Заповедник имеет достаточно высокую расчлененность рельефа. Низкогорная часть от 200 до 500 м занимает 28,1 % площади территории. Значительная часть территории лежит в высотном поясе от 500 до 800 м (60,1 %) над уровнем моря (рис.4).

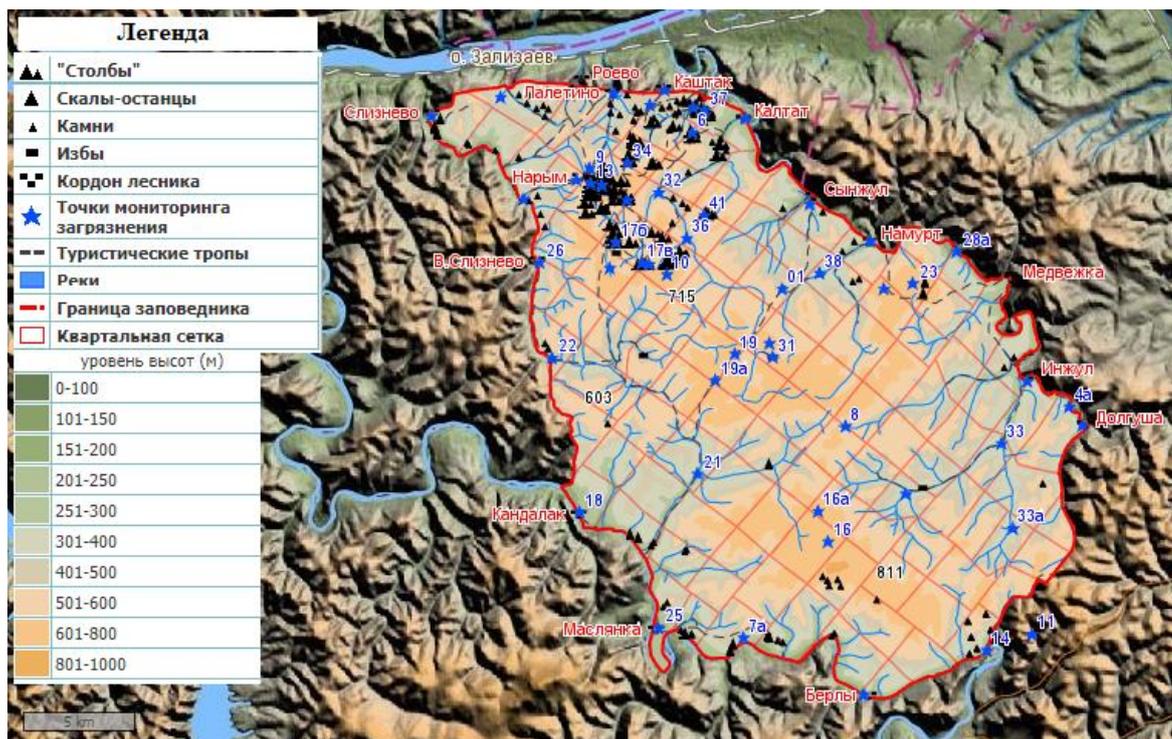


Рисунок 4. Карта высотных поясов ООПТ “Столбы”
(Экологический атлас заповедника “Столбы”, 2014)

Территория заповедника “Столбы” представляет собой междуречье правых притоков Енисея: рек Базаихи, Маны и Большой Слизневой. С северо-запада на юго-восток проходит извилистая дуга основного водораздела. Он состоит из переходящих один в другой хребтов: Листвяжного, Центрального и Кайдынского. Самый южный из них - Кайдынский – простирается в юго-восточном направлении на 11 км. Его высоты превышают 700 м (наивысшая точка - 832 м над уровнем моря). Этот хребет представляет собой типичный участок выровненной поверхности древнего пенеплена, его северо-восточный

склон опускается к реке Базаихе покатыми, лесистыми склонами, расчлененными на ряд второстепенных блоков. Южный склон хребта крут, сильно эродирован, изрезан узкими долинами многочисленных ручьев и притоков р. Маны, берег которой местами обрывистый, с выходами скальных пород (Заповедник “Столбы”, 2017).

Севернее Кайдынского хребта лежит Центральный (Абатакский) хребет. Его слабо вытянутая к югу дуга простирается на 16 км с запада на восток через центральные районы заповедника. Высоты хребта колеблются от 600 до 700 м.

Основной водораздел заканчивается на севере Листвяжным хребтом, протянувшимся к югу на 12 км. Его высоты не превышают 700 м, склоны значительно изрезаны многочисленными ручьями. На водораздельном пространстве часто встречаются небольшие скалы и узкие (до 1-2 м) гребешки, сложенные интрузивными породами. На окраинных его частях возвышаются крупнейшие скальные массивы, известные под названиями “Второго Столба”, “Крепости” и “Развалов” (Заповедник “Столбы”, 2017).

Заметно выделяется рельеф Столбинского нагорья и отходящих от него узких грив: Каштачной, Такмаковской и хребта Откликного. Это район сиенитовой интрузии, высотой 600–700 м, сильно расчлененный ручьями и речками. Кроме того, рельеф усложнен повсеместными выходами древних сиенитовых скал (Заповедник “Столбы”, 2017).

2.1.2. Климатические условия

Заповедник расположен в области умеренного климатического пояса и подвержен влиянию североатлантических зимних циклонов (Заповедник “Столбы”, 2017; ООПТ Российской Федерации, 2017).

Многолетние данные метеостанции Столбы (536 м н.у.м.) характеризуют климат темнохвойной тайги как более холодный, влажный и менее континентальный, чем степной климат в районе Красноярска (годовые амплитуды 33,8 ° и 37,3° С).

Средняя годовая температура в горной тайге заповедника минус 1,2 °С,

что на 2,1° холоднее, чем в Красноярской лесостепи. Наиболее холодный месяц в году – январь, среднемесячная температура -17,6 °С (на 1° теплее, чем в Красноярске). Самый жаркий – июль, средняя температура +16,2 °С (на 3,8° прохладнее). В течение года в горно-таежном поясе заповедника выпадает 686 мм осадков. Снежный покров лежит в среднем 124 дня, его мощность 94 см (Заповедник “Столбы”, 2017; ООПТ Российской Федерации, 2017).

Пояс лиственно-светлохвойных лесов, в сравнении с климатом темнохвойной тайги, менее холодный (среднегодовая температура составляет –0,8 °С), но резче выражена его континентальность (годовая амплитуда 34,8 °С). Здесь на 14 дней увеличивается продолжительность вегетационного периода, в два раза уменьшается мощность снежного покрова, на 25 % сокращается количество выпавших за год осадков, но осеннее похолодание в обоих поясах наступает почти одновременно (Заповедник “Столбы”, 2017).

2.1.3. Гидрологические особенности

Характерной чертой заповедника является хорошо развитая гидрографическая сеть (0,63 км/км²), общей протяженностью более 300 км. Она сформировывается в четыре различных по площади водосборных бассейна: Маны, Базаихи, Большой Слизневой и собственно Енисея (Заповедник “Столбы”, 2017).

Река Мана ограничивает территорию заповедника с южной стороны на протяжении 27 км. Ширина реки может достигать до 200 м. Глубина на перекатах 40-60 см и 20-30 м на “ямах”. Скорость течения в среднем 5 км/час. Температура воды в реке зимой близка к нулю, а в июле +17 °С (в отдельные дни до +25 °С).

Вторая по величине пограничная река заповедника - Базаиха. Однако она значительно чаще меняет русло. Это связано с тем, что долина реки сложена мощными рыхлыми отложениями, которые постоянно размываются меандрирующей рекой, образуя большое количество островов, полуостровов и затонов, проток и заболоченных стариц. Ширина поймы колеблется от 40 до

250 м, а реки – 12–32 м. В летнее время глубина реки 16-45 см, и лишь на отдельных “ямах” достигает 2 м. Скорость течения колеблется в пределах 2-4 км в час. Притоки Базаихи, протекающие по заповеднику, протяженнее, чем притоки Маны. Их долины лучше разработаны, часто с плоскими днищами и крутыми бортами (Заповедник “Столбы”, 2017).

Западной границей заповедника на протяжении 16 км является третья по величине таежная речка Большая Слизнева. Она протекает по широкой и заболоченной долине, сплошь покрытой елово-пихтовой тайгой. Ширина речки 2–3 м. Летом температура воды в ней не превышает +8 °С из-за обилия родниковых ключей и мелких притоков, сильной затененности, мощных наледей и длительного промерзания почвы (Заповедник “Столбы”, 2017).

Из речек, протекающих по территории заповедника, особого внимания заслуживает Калтат (22 км). Он берет начало с Центрального хребта. Летом температура воды в Калтате от истоков до устья медленно поднимается от 5 ° до 19 °С.

Широко представлена в заповеднике сеть больших ручьев со средней протяженностью около 7 км. Их русла сильно захламлены. Некоторые в нижнем течении имеют хорошо разработанные долины с небольшими лугами. Зимой большие ручьи часто промерзают, в результате чего образуются наледи. (Заповедник “Столбы”, 2017).

Самую многочисленную группу водоемов представляют малые ручьи и родники. Протяженность их около 2 км, падение 70-180 м на километр. Их долины не разработаны и представляют собой распадки каньонообразного типа. В зимнее время малые ручьи местами не замерзают даже в самые сильные морозы. Температура воды в них зимой от -2 ° до -4 °С, летом от +4 ° до +7 °С.

Густая гидрографическая сеть в сочетании с горным рельефом обеспечивают хороший дренаж территории заповедника, поэтому грунтовое заболачивание развито очень слабо, что способствует повышению плодородия почвы (Заповедник “Столбы”, 2017).

2.1.4. Почвенный покров

В XX издании «Труды государственного заповедника «Столбы»» (2015) в статье «История почвенных исследований в заповеднике «Столбы»» автором которой является Е.Ф. Тропина, отмечается, что изучение почв является актуальным направлением исследований, так как принимался ряд попыток по классифицированию почв в 1961 году С.А. Коляго и в 2001 году Е.В. Бажковой, но из-за различий в прежней и современных классификаций почв возникли некоторые несоответствия.

В 2001 году было определено разнообразие почв данной территории – 12 типов и 21 подтип почв (согласно почвенной классификации 1977).

Согласно современному почвенно-географическому районированию Красноярского края, предложенному Ю.И. Ершовым (Ершов, 2000), территория заповедника расположена в суббореальном поясе, относится к Алтайско-Саянской горно-таежной области *дерново-таежных* и *буро-таежных почв* и входит в состав Восточно-Саянской провинции вертикально- и экспозиционно-дифференцированных мезокомбинаций *дерново-подзолистых, дерново-таежных кислых, серых лесных, дерново-карбонатных почв и подбуров таежных* (Тропина, 2015).

В пределах низкогорного пояса нередко встречаются почвы с яркими реликтовыми признаками, не соответствующими современным климатическим условиям и типам биоценозов. Многообразное сочетание факторов почвообразования нашло выражение в различном характере почвенного покрова биоклиматических поясов заповедника (Тропина, 2015).

Верхний пояс темнохвойной тайги влажный с умеренно-теплым летом и умеренно суровой зимой. Снежный покров здесь формируется гораздо раньше, имеет большую мощность и сходит позже, нежели в нижнем поясе. Это обуславливает слабое промерзание почв среднегорий, а значительное количество осадков в теплое время нивелирует влияние экспозиции склонов. Поэтому в почвенном покрове таежного пояса преобладают неконтрастные сочетания почв буроземного типа. Им сопутствуют *буроземы оподзоленные,*

которые были обнаружены на границе высотных поясов на выположенных участках водоразделов второго порядка. На узких гребневидных водоразделах и в верхних частях крутых склонов распространены *литоземы* с различным характером гумусового горизонта: от *темно-гумусовых* на южных и юго-западных остепненных склонах Манской покати до *серо-гумусовых* на склонах других экспозиций преимущественно под лесами с осочковым покровом. При наличии значительной толщи щебнистых отложений магматических или метаморфических пород в условиях хорошего дренажа возможно формирование дерновых *альфегумусовых почв*. На слабодренированном водораздельном пространстве Калтатской гривы развиваются *полугидроморфные почвы* различного генезиса (Тропина, 2015).

В поясе светлохвойно-лиственных лесов климат становится более континентальным: осадков здесь выпадает намного меньше, а амплитуда температур, как суточная, так и годовая, значительно больше. Как следствие, здесь значительно возрастает роль экспозиции, крутизны и формы склонов в пространственном распределении почв. В структуре почвенного покрова данного пояса довольно распространены контрастные комбинации почв. Наибольшей контрастностью отличается почвенный покров на территории Манского лесничества. Здесь склоны северной, восточной и северо-восточной экспозиции покрыты темнохвойными лесами, под пологом которых развиваются *дерново-подзолистые, серо-гумусовые (дерновые лесные) почвы* и *рендзины (дерново-карбонатные почвы)*. В нижних частях склонов могут встречаться серые лесные почвы. В свою очередь, крутые южные, юго-западные и западные склоны, обращенные в широкую долину р. Маны, имеют зачастую остепненный характер, на них господствуют *темно-гумусовые литоземы* и *карболитоземы*. На более пологих участках под разнотравными светлохвойно-лиственными лесами распространены *темно-серые лесные почвы*, встречаются *черноземы иллювиально-глинистые* и *темногумусовые почвы* (Тропина, 2015).

Среди автоморфных почв низкогорного пояса значительное

распространение имеют: *серые лесные* (от темно-серых до светло-серых) и *дерновые лесные почвы*, реже встречаются *рендзины* и *дерново-подзолистые* почвы. Последние приурочены преимущественно к нижним частям пологих склонов теневых экспозиций, в них отмечено более явственное проявление подзолистого процесса по сравнению с аналогичными почвами среднегорного пояса. *Черноземы* приурочены к участкам с рыхлыми карбонатными суглинистыми отложениями. *Буроземы* в пределах нижнего пояса встречаются интразонально, преимущественно на хряще сиенитов, тяготеют к верхним пологим частям склонов и слабодренированным водоразделам, часто развиваются под разнотравными осинниками. В нижних частях склонов, а также по днищам тенистых логов достаточно распространены глееватые подтипы автоморфных почв. Общим для всех почв низкогорного пояса является: 1) более сильная дифференциация профиля на генетические горизонты; 2) морфологически более выраженное проявление подзолистого процесса; 3) меньшая щебнистость и большая мощность профилей; 4) более темная окраска гумусовых горизонтов со значительным доминированием серых тонов над бурыми (Тропина, 2015).

Расчлененность рельефа обусловила взаимопроникновение основных типов почв из одного пояса в другой. Так, верхний пояс темнохвойной тайги представлен почвами буроземного типа, а в нижнем поясе, получили развитие *серые лесные*, *дерновые лесные почвы* и *дерново-подзолистые почвы*.

Все типы почв заповедника имеют общие особенности: малую мощность, щебнистость или хрящеватость, слабую дифференцированность профилей на генетические горизонты, слабое развитие грунтово-застойного заболачивания, а также отсутствие засоления. Абсолютное большинство почв имеет тяжело-суглинистый и легко-суглинистый характер. (Добровольский, 2012; Заповедник «Столбы», 2017; Экологический атлас заповедника «Столбы», 2014).

2.1.5. Растительность

Территория государственного природного заповедника «Столбы»

сравнительно невелика по площади, однако на ней встречается огромное количество различных видов растений как типичных для Сибири, так и попавшие из Восточной и Центральной Азии, и Европы. В целом флористический состав заповедника — это переход от лесостепной растительности (Красноярская котловина) к горно-таёжным лесам (Восточный Саян) (Заповедник “Столбы”, 2017).

Флора сосудистых растений заповедника «Столбы» насчитывает 823 вида (Андреева, 2014), из них отмечено более 400 видов, имеющих хозяйственное значение, а 150 видов, подлежат особой охране (Заповедник “Столбы”, 2017; Степанов, 2003).

Доминирующими во флоре заповедника видами являются бореальные, приуроченным к обширной зоне темнохвойной тайги. Второе место занимают монголо-даурские виды, преобладающие на степных участках. Широко-распространенные виды растений, характерные для южной тайги и лесостепи — третий элемент флоры заповедника, присущий всем формациям. Одно из последних мест в заповедной флоре принадлежит группе растений, ареал которых связан с поселениями человека. Они растут в окрестностях кордонов, на дорогах, тропах и только случайно заходят в другие растительные сообщества.

В заповеднике насчитывается 7 лесообразующих пород: мелколиственные — осина (*Populus tremula* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth); светлохвойные — лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.); темнохвойные — пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) (рис.5).

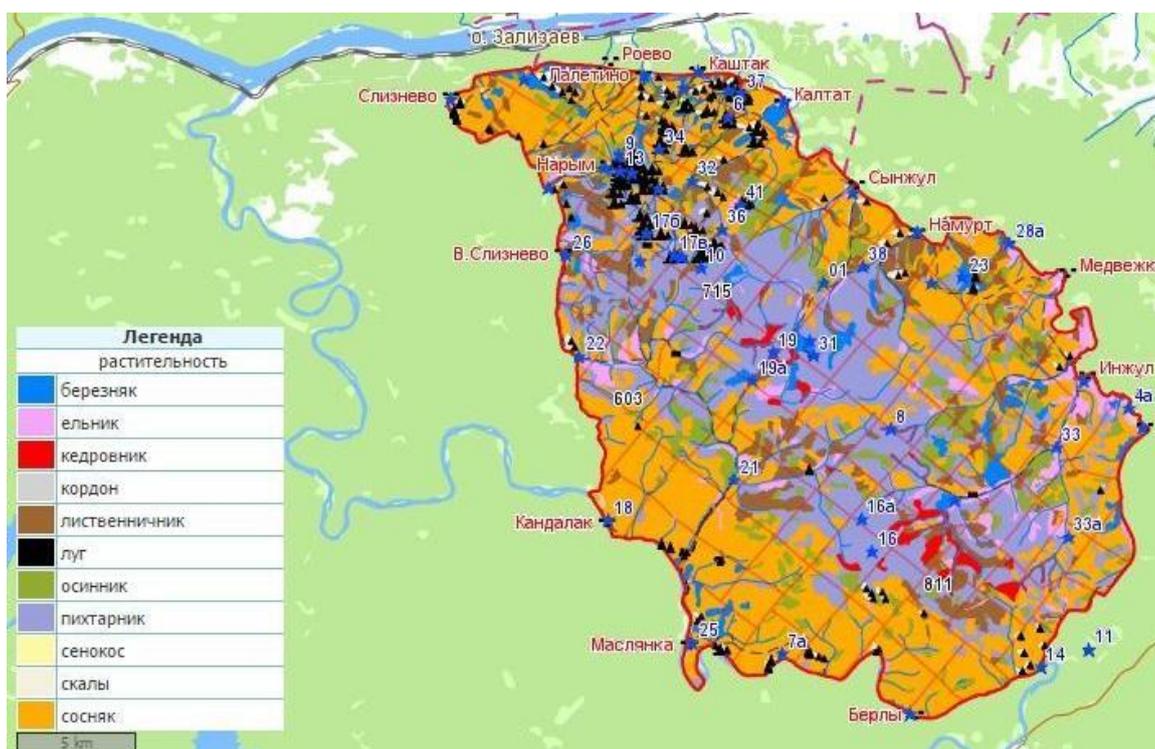


Рисунок 5. Карта древесного покрова ООПТ “Столбы”
(Экологический атлас заповедника “Столбы”, 2014)

Сосна обыкновенная наиболее широко распространена в заповеднике (сосняки занимают 41 % лесной площади). Сосновые леса представлены во всех его районах, однако роль и значение сосны в них различны. (Андреева, 2014; Заповедник “Столбы”, 2017; Степанов, 2003).

Пихтовые леса занимают 25 % лесной площади заповедника и почти целиком сосредоточены в поясе среднегорной тайги. Пихта выступает здесь в роли главного лесообразователя, но имеет тенденцию к расширению своего ареала за счет сокращения площади лиственничных и отчасти сосновых лесов. (Андреева, 2014; Заповедник “Столбы”, 2017; Степанов, 2003).

Лиственница сибирская была главной лесообразующей породой в лесах заповедника в прошлом. На сегодняшний день лиственничники очень старые, занимая 9 % всей лесной площади, встречаются только в виде небольших островков среди других лесов. Лиственница отличается наименьшим, по сравнению с остальными лесными породами, приростом (Андреева, 2014; Заповедник “Столбы”, 2017; Степанов, 2003).

Ель сибирская играет подчиненную роль (ельники занимают всего 7 % лесопокрытой площади), но всюду она постоянный спутник пихты. Однако ель, особенно чувствительная к континентальности климата, как и повсеместно в Восточной Сибири, наиболее часто встречается в речных долинах, и в них ее значение повышается до роли господствующей породы (Андреева, 2014; Заповедник “Столбы”, 2017; Степанов, 2003).

Кедр сибирский в качестве незначительной, но постоянной примеси участвует в составе всех темнохвойных лесов таежного пояса. Леса с преобладанием кедра встречаются в заповеднике редко (2 % лесной площади). Кедр отсутствует в древостое и подросте низкогорной подтайги. Все кедровники сосредоточены в центральной части заповедника, в верховьях рек на основных водораздельных хребтах (Заповедник “Столбы”, 2017; Степанов, 2003).

Осина - третья по площади распространения древесная порода заповедника. Осинники в равной степени свойственны всем районам и занимают в них 12–17% площади. Эта порода повсеместно сменяет после пожаров и рубок хвойные леса. В таежных осинниках наличие старых лиственниц, примесь темнохвойных пород (главным образом, пихты) в древостое и обильный темнохвойный подрост свидетельствуют о смене лиственничной тайги пихтовой.

Береза распространена по всему заповеднику, но участки березовых лесов невелики (5 % лесной площади) и сосредоточены главным образом в поясе подтайги. Все березняки - производные, возникли в результате нарушения коренных древостоев. Если нет повторных пожаров и рубок, березняки в низкогорье и районе выхода сиенитов сменяются сосняками, а в тайге - темнохвойными древостоями. Возобновление березы хорошо идет в светлых сосновых и березовых лесах (Заповедник “Столбы”, 2017; ООПТ Российской Федерации, 2017; Степанов, 2003).

В заповеднике представлены два высотных пояса: низкогорный светлохвойный подтаежный в высотных пределах 200–400 (500) м н.у.м. и

среднегорно-таежный темнохвойный с высотами 450-800 м.

Первый пояс выражен в окраинной части заповедника и представляет узкую полосу (не шире 6-7 км) с сильно расчлененным рельефом. В этом высотном поясе господствуют светлохвойные (сосново-лиственничные) леса на серых лесных почвах, очень типичные для всей Средней Сибири, занимая все местообитания от сухих до влажных. Зональными (наиболее соответствующими климату этого пояса) являются светлохвойные леса умеренно влажных местообитаний. Они покрывают склоны всех экспозиций, за исключением самых северных и крутых южных (Заповедник “Столбы”, 2017).

В этих светлых лесах хорошо развит подлесок из спирей (дубровколистной (*Spiraea chamaedryfolia* L.) и средней (*Spiraea media* Schmidt)) и шиповника иглистого (*Rosa acicularis* Lindl.). В травяном покрове господствует лесное разнотравье – подмаренник северный (*Galium boreale* L.), герани лесная (*Geranium sylvaticum* L.), сибирская (*Geranium sibiricum* L.) и ложносибирская (*Geranium pseudosibiricum* J.Mayer), чина Фролова (*Lathyrus frolovii* Rupr), осочка большехвостая (*Carex macroura* Meinsh). (Заповедник “Столбы”, 2017).

На северных склонах и в верховьях логов разнотравные леса сменяются крупнотравными с редким подлеском из спирей, черемухи обыкновенной (*Padus avium* Moench), смородины колосистой (*Ribes spicatum* subsp.), малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.). На отдельных участках спирея образует сплошной ярус. (Заповедник “Столбы”, 2017).

Район низкогорий включен в территорию заповедника поздно: северная часть в 1936 г., а южная – только в 1946 г.

Эта периферийная часть, близкая к населенным пунктам, длительное время подвергалась эксплуатации человеком, поэтому коренной древостой сосново-лиственничных лесов сохранились лишь в немногих местах, преимущественно в северо-восточном районе заповедника. В большей же части подтаежных лесов лиственница в прошлом интенсивно вырубалась на постройки Красноярска и окрестных деревень, и сосново-лиственничные

насаждения превращались в почти чистые сосняки. Последние в свою очередь из-за многократных пожаров заменялись березняками в умеренно увлажненных местообитаниях и осинниками – в более сырых (Заповедник “Столбы”, 2017).

Степи, занимающие в заповеднике менее 1 % площади, включают треть видов заповедной высшей флоры. Здесь на первое место выдвигаются центральноазиатские виды, указывая на тесную связь этих степей с даурско-монгольскими. Наличие же горно-степных и генетически тесно с ними связанных южно-сибирских видов накладывает определенный сибирский отпечаток на степной покров заповедника (Заповедник “Столбы”, 2017).

Растительный покров степей представлен лилией кудреватой (саранка (*Lilium martagon* L)), красоднев желтый (*Нemerocallis lilioasphodelus* L.), голубые незабудочки (*Eritrichium jenisseense*), бледножелтый эдельвейс степной (*Leontopodium ochroleucum*), лиловые ирисы. Здесь же, на степных склонах, растет горичвет сибирский (*Adonis sibirica* Patrin)- одно из ценнейших лекарственных растений.

Узкие долины рек заняты зарослями кустарников. Густой верхний ярус образован ольхой кустарниковой (*Alnus viridis* subsp. *fruticosa*), различными видами ив (корзиночной (*Salix viminalis* L.), росистой (*Salix rorida* Lacksch.), тарайкинской (*Salix taraikensis* Kimura), черемухой, свидиной белой (*Cornus alba* L.). Второй ярус не всегда выражен отчетливо и представлен смородиной черной (*Ribes nigrum* L.) (Заповедник “Столбы”, 2017).

Избыточное проточное увлажнение и богатые почвы этих местообитаний способствуют развитию под пологом кустарников мощного крупнотравья, разрастающегося на участках с разреженным древостоем (высота травяного покрова достигает двух и более метров). Здесь господствуют папоротники (кочедыжника женского (*Athyrium filix-femina* L.) и страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris* L.)), выделяется таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* L.), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum* L.), живокость высокая (*Delphinium elatum* L.).

Выше пояса светлохвойной подтайги лежит среднегорно-таежный

темнохвойный пояс, охватывающий около пяти шестых всей территории заповедника. Расположенный на кристаллических породах, он отличается от предыдущего плавными и мягкими очертаниями рельефа и чисто лесным характером растительного покрова. Подлесок очень беден – это редкие, сильно угнетенные кустики жимолости лесной (*Lonicera xylosteum* L.), рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.), спиреи и других кустарников (Заповедник “Столбы”, 2017).

Для таежных лесов характерен сплошной покров зеленых мхов (политрихумы обыкновенный (*Polytrichum commune* Hedw.), можжевельниковый (*Polytrichum juniperinum* Hedw.) и др.), достигающий значительной мощности. В травяно-кустарничковом ярусе господствует таежная мелкотравье – кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), черемша (*Allium microdictyon* Prokh.), мелкие папоротники (голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris* L.) и др.); борово-таежные виды – черника (*Vaccinium myrtillus* L.), грушанки (зеленоцветковая (*Pyrola chlorantha* Sw.), малая (*Pyrola minor* L.), средняя (*Pyrola chlorantha* Sw.)), плауны (булавовидный (*Lycopodium clavatum*) и сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum* L.)), линнея северная (*Linnaea borealis* L.), осочка большехвостая (*Carex macroura* Meinsh), вейник тупоколосковый (*Calamagrostis obtusata* Trin.). (Заповедник “Столбы”, 2017).

В районе выхода на дневную поверхность сиенитов почвы маломощны и хрящеваты. Склоны всех экспозиций сиенитового массива (за исключением прямых северных и крутых южных) заняты сосняками чернично-зеленомошными. Рябина, ольха, реже жимолость образуют редкий подлесок. Коренные формы покрова представляют собой мощный сплошной ковер зеленых мхов с небольшими включениями черники, и с незначительной примесью борово-таежных видов (линией северной, грушанок) и борового разнотравья – чины приземистой (*Lathyrus humilis*), клевера люпинового (*Trifolium lupinaster* L.), золотой розги (*Solidago virgaurea*), ястребинок (*Hieracium*) и других трав (Заповедник “Столбы”, 2017).

По вершинам грив, в верхних частях южных склонов вблизи выхода на

поверхность сиенитовых скал (то есть в более сухих местообитаниях на маломощных сильно хрящеватых почвах) развиваются сосняки бруснично-зеленомошные. Подрост здесь редкий, преимущественно сосновый, тогда как темнохвойные породы представлены единичными нежизнеспособными экземплярами (Заповедник «Столбы», 2017).

На территории заповедника представлено около 38,5 % всей флоры Красноярского края, кроме того, 23 вида эндемичны для Южной Сибири и Алтае-Саянского региона; 127 реликтовых элементов плиоценовых (неморальных, степных) и плейстоценовых (гляциальных, периппяциальных) флористических комплексов; 85 видов на границе ареала.

В заповеднике «Столбы» отмечено 39 видов, входящих в Красную книгу Красноярского края (2005), причем 15 из них не зафиксированы в других заповедниках. В Красную книгу РСФСР (1988) включено 8 видов. К редким и исчезающим растениям Сибири, из произрастающих на территории заповедника, отнесены 35 видов (Андреева, 2006).

2.2. Изученность состояния природных комплексов ООПТ «Столбы» и влияние на них антропогенного воздействия

Заповедник «Столбы» был организован в 1925 году, для сохранения природных комплексов уникальных скальных массивов и охраны леса от вырубок, его территория оставалась открытой для посещения, но запрещалось любое хозяйственное воздействие (площадь заповедника в 1925 году - 3960 га) (Заповедник «Столбы», 2017).

Изучение территории заповедника началось задолго до его создания. В 1842 году район посетил геолог П.А. Чихачев (Научное путешествие в Восточный Алтай и смежные провинции Китая", 1845). Геологическое строение района «Столбов» изучали И.Д. Черский (1845), Э. Толль (1889), В.К. Златковский (1884), В.А. Обручев (1903) (ООПТ Российской Федерации, 2018).

Метеорологические наблюдения на территории заповедника ведутся с момента его образования (1925 г), неподалеку от скалы Предтеча. С 1946 года,

и по сегодняшний день, метеостанция расположена на кордоне Нарым (с 2010 года - станция Vantage Pro2) и с конца 2011 года на кордоне Лалетино (станция НОВО).

Изучение растительности начинается с 1934 г., проводится инвентаризация флоры высших растений, с 1946 года ведутся фенологические наблюдения. В последующие годы в геоботанических исследованиях большое внимание уделяется вопросам типологии лесов и экологии растений. В настоящее время ведутся регулярные наблюдения за жизненным состоянием древостоев, за динамикой пихтового подроста в горнотаежном поясе, за динамикой травяно-кустарничкового яруса на постоянных пробных площадях.

Наиболее хорошо изучены позвоночные животные, инвентаризационные работы этой группы животных начали Я.С. Тугаринов и С.А. Бутурлин (1911 г). Затем они были дополнены Е.А. Крутовской (1958 г), Г.Д. Дулькейтом и В.В. Козловым (1958 г), Г.Д. Дулькейтом и Ю.И. Запекиной-Дулькейт (1961 г) и др.

На территории заповедника описан 1 вид круглоротых, 22 вида костных рыб, 4 – амфибий, 5 – рептилий, 213 – птиц и 56 – млекопитающих. Встречаются виды, включенные в Красную книгу РФ - беркут (*Aquila chrysaetos* L.), могильник (*Aquila heliaca* Sev.), сапсан (*Falco peregrinus* Tunst), балобан (*Falco cherrug* Gray.), скопа (*Pandion haliaetus* L.), степной орел (*Aquila rapax* Temm.), черный аист (*Ciconia nigra* L.), филин (*Bubo bubo* L.).

Фауну беспозвоночных животных заповедника исследовали многие, но она до сих пор полностью не изучена. На территории заповедника «Столбы» описаны 59 видов пауков (Штернберге, 1976). Среди насекомых довольно хорошо изучены гидробионты (Запекина-Дулькейт, Дулькейт, 1961). Усилиями таких ученых, как М.Н. Ширская (1961), Ю.И. Запекина-Дулькейт (1969 г), О.И. Ивановская (1969 г), В.П. Петров (1969 г), Г.С. Золотаренко (1969 г) и другими исследователями, на территории заповедника описаны 1165 видов насекомых. В целом, из всего многообразия беспозвоночных животных описан 1 вид губки, 4 вида ресничных червей, 28 – малощетинковых червей, 6 – пиявок, 2 – мшанок, 18 – моллюсков, 28 – ракообразных, 58 – паукообразных

(литература штейнберс), 1165 – насекомых (ООПТ Российской Федерации, 2018).

Исследования животного мира, а именно наблюдение за охотничьи-промысловыми видами начинается с 1949 года. Ежегодно проводится зимний маршрутный учет лося, марала, косули, кабарги, волка, рыси, россомахи, лисицы, колонка, горноста, выдры, норки американской, соболя, белки обыкновенной, зайца беляка, глухаря, тетерева, рябчика. На маршруте регистрируется встреча следов и самих животных. Для оценки численности марала с 1949 года по настоящее время проводится учет марала на «реве». Население мелких млекопитающих с 1952 по 1979 год изучалось путем отлова зверьков давилками, а с 1980 года путем отлова конусами на канавках. В настоящее время проводится мониторинг численности состояния и функционирования мелких млекопитающих и использования результатов мониторинга для зооиндикации состояния биоценозов заповедника (Виноградов, Кельбешев, 2010). Население птиц изучается по настоящее время маршрутными учетами. Как эпидемиологически значимый вид с 1969 года по настоящее время изучается таежный клещ (*Ixodes persulcatus*) (ООПТ Российской Федерации, 2018).

Особо важно подчеркнуть роль антропогенеза на формирование и функционирование заповедных ПТК.

С начала 30-х гг. XX века в заповеднике, бывало, по 6–8 тыс. посетителей в год, а с 1950-х до конца 1970-х – до 300 тыс. В этот период в скальном районе было более 50 избушек и множество стоянок. Это многолетнее и интенсивное рекреационное использование наложило свой отпечаток на состояние природных экосистем. Изменение растительности под влиянием различных факторов, в том числе антропогенных, стало объектом многолетних наблюдений в заповеднике. Туристы вытаптывают растительность и заносят сорные виды, часть из которых закрепляются на нарушенных местообитаниях. Всего во флоре заповедника на трансформированных участках отмечено 122 заносных вида. В результате неконтролируемого посещения заповедника

возникают пожары. После многочисленных посетителей на территории туристско-экскурсионного района (ТЭР) скапливается большое количество бытового мусора. По тропам на территорию заповедника заходят бродячие собаки, являющиеся причиной гибели маралов, косуль, кабарги, особенно в зимнее время (Заповедник Столбы, 2018).

На экологическое состояние природных комплексов заповедника, помимо прямой антропогенной нагрузки, оказывает влияние близость к крупному промышленному городу, что не может не сказаться на состоянии экосистем.

Атмосферному загрязнению наиболее подвержены пригородная часть заповедника и вершины гор, отмечена вспышка грибковых заболеваний и повреждение деревьев насекомыми вредителями. С 1995 года ведутся исследования по аэротехногенному загрязнению лесов заповедника. Проводились работы по определению концентрации поллютантов в осадках, почве, хвое: K, Ca, Mg, Al, Ni, Cu, St, Zn, Mn, Zn, Cd, Pb, Co, NH₄, NO₃, NO₂, N, S, Cl, F и pH среды. Изучалось физиологическое состояние лишайников (Коловский, Бучельников, 2001). На настоящий момент продолжают работы по мониторингу загрязнения поллютантами (Fe, Ni, Al, Sr, NO₃⁻, Cl⁻, PO₄⁻², SO₄⁻², F, pH среды, взвеси) снежного покрова заповедника (Спицына, 2011).

Выявлено, что в полосе шириной от 5 до 10 км, примыкающей к городу, и местами на вершинах гор концентрация F, Cl, Sr, Al, Ni, S, NO₃ в осадках (снег) превышает ближний фон в 4–7 раз. В этих же местах в почве концентрация Zn, Ni, Pb, Cr уже достигает 1,0–1,5 ПДК (Коловский, 1997). Кроме того, на вершинах гор выявлены начальные стадии закисления почвы (Заповедник Столбы, 2018).

Туристско-экскурсионный район, занимающий 3% (1410 га) от общей площади заповедника, открыт для посещения по установленным правилам. Общая протяженность сети троп в ТЭР около 67,5 км (Заповедник «Столбы»). Основные виды рекреационной деятельности: туристическая - однодневные походы; спортивная - лазание по скалам; оздоровительная. На территории заповедника выделяется линейная и площадная рекреационные нагрузки,

первая составляет сеть троп, вторая сосредоточена на стоянках и у скальных объектов. Для снижения нагрузки на основные тропы, проводятся мероприятия по обустройству территории, проложены экологические тропы с деревянными настилами и организованы площадки для отдыха (Полянская, Андреева, 2017).

С 1971 года в «Летопись природы» заповедника был внесен раздел «Состояние заповедного режима. Влияние антропогенных факторов», с этого момента начинают вестись исследования, связанные с антропогенным влиянием на природные комплексы заповедника.

Работы по определению рекреационной дигрессии лесных фитоценозов, начаты с лесоустройства 1977 года, по методике Н.А. Солнцева, были выделены следующие зоны: а) безопасная (I, II стадии) - площади ТЭР 0 %; б) опасная (III стадия) – площадь ТЭР 71 %; в) критическая (IV стадия) – 27 %; г) катастрофическая (V стадия) - площадь ТЭР 2% (Полянская, Андреева, 2017)

По данным лесоустройства 2007 г. было выявлено, что на территории ТЭР преобладают ненарушенные участки – 73 %, что не соответствует реальности, такие результаты связаны с тем, что была использована другая методика для определения рекреационной нарушенности (Полянская, Андреева, 2017).

Большое внимание в заповеднике уделяется состоянию почвенного покрова рекреационной зоны. Примером таких исследований можно считать работу Л.С. Шугалей (2017). Он рассмотрел проблему рекреационного воздействия на лесные биогеоценозы (БГЦ) на территории ГПЗ «Столбы» и провел исследования по состоянию почвенного покрова рекреационной зоны. Исследование проводилось на 4 пробных площадях туристско-рекреационной зоны. Пробные площадки включают тропы и прилегающие участки слева и справа от тропы.

Исследованный почвенный покров на территории туристско-рекреационной зоны представлен серыми лесными почвами. Как и все почвы заповедника, серые почвы маломощны (менее 50 см) и сильно щебнисты. Содержание углерода в аккумулятивном минеральном горизонте низкое: 0,07–

1,3%, емкость обмена почвенно-поглощающего комплекса – 15–17 мг. экв/100 г почвы. Почвы имеют рН водный – 5,2, солевой – 4,3–4,8. Гидролитическая кислотность высокая – 6–11 мг.экв/100 г и обусловлена формированием почв на определенных элементах рельефа, способствующего сильному увлажнению (таблица 1) (Шугалей, 2017).

Таблица 1. Актуальные свойства почв на тропах туристско-рекреационной зоны заповедника «Столбы» (по Шугалей, 2017)

Глубина, см	Результаты испытаний						
	С, %	Обменные основания, мг-экв/100 г		Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г	рН/ H ₂ O	рН КСl	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г
		Кальций	Магний				
ПП 1							
0–10	1,19	16,07	6,89	23,28	5,68	4,62	13,29
10–20	1,26	17,22	6,94	19,95	5,66	4,70	14,41
20–30	0,33	6,96	3,58	24,53	6,89	5,24	3,06
ПП 2							
0–10	0,07	4,23	3,15	15,37	6,82	5,02	2,58
10–20	0,09	2,37	2,09	9,46	6,41	4,55	3,50
20–30	0,04	2,16	2,14	10,01	6,48	4,71	3,04
ПП 3							
0–10	0,39	4,46	3,62	14,64	6,20	4,69	6,33
10–20	0,14	2,08	2,58	12,56	6,53	4,90	3,35
20–30	0,03	0,08	1,68	9,32	6,74	5,09	2,80
ПП 4							
0–10	0,69	14,65	4,54	19,64	6,46	5,27	7,48
10–20	0,68	14,73	4,42	21,96	6,58	5,27	8,02
20–30	–	–	–	–	–	–	–

В биогеоценозах на территории заповедника, испытывающих меньшую нагрузку, запасы подстилки составляют 12,12–18,99 т/га. Запасы подстилок на тропах колеблются от 5,94 до 10,64 т/га, что более чем в два раза ниже, чем на ненарушенных рекреацией биогеоценозах. Именно на тропах отмечено вытаптывание травы, гибель молодого подроста, повышение плотности подстильно-торфяного горизонта, что не позволяет подстилке восстановиться (рис.6) (Шугалей, 2017).

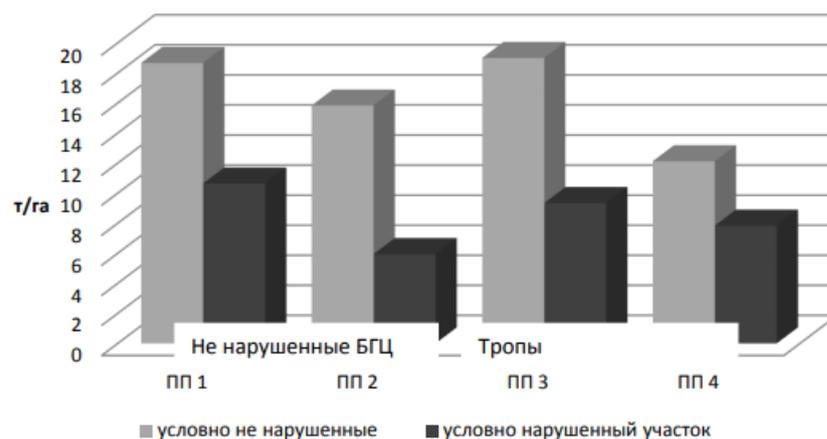


Рисунок 6. Запасы подстилок на территории ТЭР заповедника «Столбы» (Шугалей, 2017)

Было выявлено, что участков с высокой степенью деградации БГЦ, кроме троп не обнаружено. Но исследование только троп на четырех пробных площадях туристско-рекреационной зоны показали, что страдает травяно-кустарничковый ярус, органогенный и аккумулятивный горизонты, почвы и древостой (Шугалей, 2017).

В марте 2015 года была установлена специализированная система (TRASSIR) для подсчета посетителей заповедника. На рисунке 7, представлены данные с модуля TRASSIR за 2015 и 2016 годы. Эти данные можно так же учитывать при оценке антропогенной нагрузки на территории заповедника.

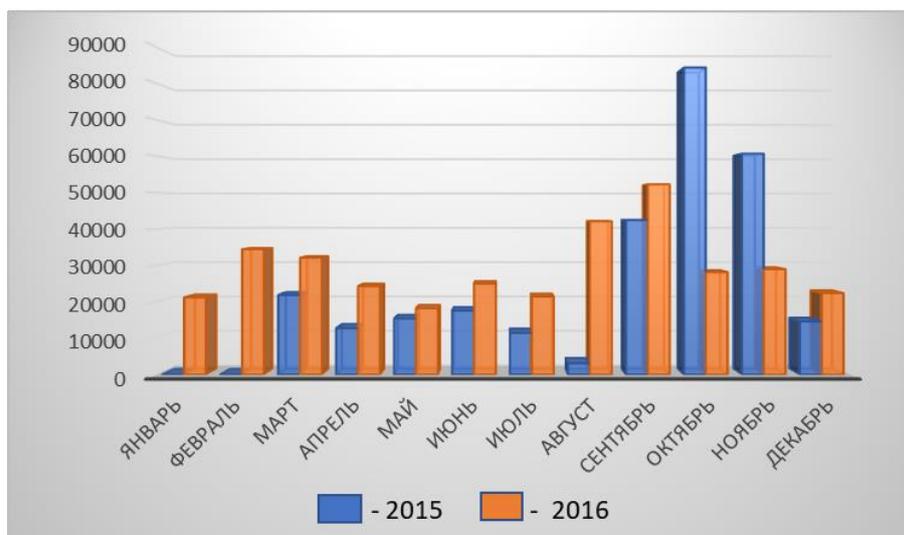


Рисунок 7. Динамика посещаемости заповедника в 2015 и 2016 годах (кордон Лалетино)

В целом, исследования на территории ГПЗ «Столбы» охватывают широкий спектр наблюдений по антропогенному воздействию на ландшафты: изучение состояния различных компонентов лесных биогеоценозов, трансформированности почвенного и растительного покрова, мониторингу аэротехногенного загрязнения, уделяется внимание увеличению числа рекреантов и, в связи с этим, обустраиваются экологические тропы и площадки. Проводятся работы по изучению рекреационной нарушенности природных комплексов, но используются различные методики, сопоставимость данных из-за этого фактора затруднена.

ГЛАВА 3. Методика исследования

Проведенные исследования по геоэкологическому анализу нарушенных участков на территории ГПЗ «Столбы», состояли из следующих этапов:

1. подготовительный;
2. полевой;
3. камеральный;
4. аналитический.

3.1. Подготовительный этап

Подготовительный этап включает:

- изучение природных условий района исследования на основании обработки литературного и картографического материала, отчетов предыдущих учебно-исследовательских экспедиций, изучение гербария;
- написание раздела отчета «Физико-географические описания района исследования»;
- составление рабочей гипотезы о трансформированности природных комплексов изучаемой территории;
- обозначение на предварительной карте линий ландшафтных профилей, а также сети основных и дополнительных маршрутов для уточнения границ геосистем, изучения их морфологической структуры; установление возможных «ключевых» участков (Брызгалина, 2013).

3.2. Полевой этап.

Начальным этапом полевых исследований является ознакомление с растительностью изучаемого района, сбор гербария и проведение визуального обследования территории, с предполагаемым обозначением пробных площадок.

Одним из важных понятий при ландшафтно-экологическом анализе состояния природного комплекса является понятие ландшафтно-экологической ситуации (ЛЭС), которая определяется как совокупность состояний природно-

территориальных комплексов (ПТК), отражающих природопользовательскую деятельность человека на данной территории, и она наиболее реально отражает всю совокупность природных и антропогенных факторов, оказывающих влияние на качество природной среды. Основными показателями ЛЭС являются состояние воздушного и водного компонентов, нарушенность земель и состояние почвенного покрова, состав, структура, продуктивность и способность восстанавливать растительный покров (Сенькин, Опекунова и др., 2000). Наиболее быстро на изменения в природном комплексе реагирует растительность, поэтому, анализируя ее состояние, можно получить экспресс-информацию о нарушенности ПТК. Почвенный покров и подстилающие породы так же регистрируют изменения от антропогенного воздействия, но уже на более продолжительное время (Казанская, Ланин, 1997).

При оценке биоразнообразия растительного покрова желательно, чтобы геоботанические исследования охватывали все варианты сообществ. Однако достаточно сложно проводить детальное описание, этому препятствуют большая площадь исследуемой территории, ее высокая неоднородность, и поэтому описываются наиболее типичные фитоценозы. Конкретное число описаний может быть разным, но, как правило, оно не меньше 15 (Миркин, Розенберг и др., 1989). Чем разнообразнее сообщество, тем больше необходимое число описаний.

Самой низшей ступенью в морфологическом делении ландшафта является фация. Это природный территориальный комплекс, все компоненты внутри которого пространственно-однородны, то есть на всем протяжении фации сохраняется одинаковый состав поверхностных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения, один микроклимат, почвенная разность и биоценоз.

При изучении растительности больших территорий используется метод профилей на основе линейной трансекты (нескольких трансект). В случае, если трансекта заложена от водораздела до русла водотока (по направлению геохимического стока), мы получаем описание растительности фаций.

Несколько фаций составляют ландшафтный профиль (рис.8). Также может использоваться метод эталонных площадок.

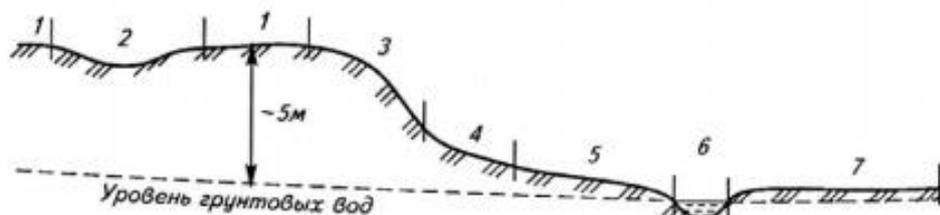


Рис. 8. Схема основных типов месторасположений фаций
(Голованов, 2005)

1 – элювиальные, 2 – аккумулятивно-элювиальные, 3 – трансэлювиальные,
4 – трансаккумулятивные, 5 – супераккумулятивные, 6 – субаккумулятивные (водные),
7 – пойменные

Рисунок 8. Схема расположения основных типов фаций (Соболева, 2010)

При проведении исследований использовался метод эталонных площадок. В качестве эталонной площадки выбирается участок с естественным растительным покровом, служащий образцом определённых экологических условий и сопряжённых с этими условиями растительных сообществ. Участок выбирается по характеру растительного покрова, то есть выбирается типичный участок какого-либо сообщества. Пробные площадки, с которыми будет проводиться сравнение выбираются по аналогии с эталонными участками, то есть с подобными экологическими условиями и растительным сообществом. Оптимальный размер пробных площадей зависит от богатства сообщества, его неоднородности и других факторов. При описании растительности на фитоценоотическом уровне используют площадки 2 x 2 м, 5 x 5 м, 10x 10 м, 20 x 20 м (Руководство ...,2002).

Далее проводится детальное полевое описание на пробной площади внутри выдела и заносится в бланк описаний. В бланк описания входят характеристики подстилающих горных пород, рельефа, почв, режима увлажнения, тип миграционного режима, геоботаническое описание, биоиндикационные характеристики и т.д. В качестве основных биоиндикаторных признаков принимаются такие как состав и строение фитоценоза, жизненность и состояние хвои, морфологические показатели

древесных видов (высота, диаметр стволов, сомкнутость кроны и др.) (Сенькин, Опекунова и др., 2000).

Типовое геоботаническое описание состоит из двух частей: (1) «шапка» описания – общие сведения о пробной площади и (2) список встреченных на площади видов с указанием обилия каждого вида по выбранной шкале в каждом из ярусов. Определение количества видов и его покрытия производится по шкале обилия Друде (таблица 2).

Таблица 2. Шкалы для оценки обилия травяно-кустарничкового яруса и их соответствие (Бурова, 2007)

№ п/п	Шкала Друде		Шкала Браун-Бланке, баллы	Проективное покрытие
	количественное описание растений	обозначение		
1	растения смыкаются надземными частями; расстояние между особями отсутствует	soc (socialis)	5	1
2	растения очень обильны, расстояние между особями 20 см,	cop ₃ (copiosae)	4	0,7-0,9
3	растения обильны, расстояние между особями 20-40 см	cop ₂ (copiosae)	3	0,5-0,6
4	растения довольно обильны, расстояние между особями 40-100 см	cop ₁ (copiosae)	2	0,2-0,4
5	растения редки, расстояние между особями 100-150 см	sp (sparsae)	1	0,1-0,2
6	растения единичны, расстояния между особями более 150 см	sol (solitaria)	0,5	менее 0,1
7	одно растение на пробной площади	un (unicum)	0,1	-

При наличии незнакомого вида, растение отбирается для гербария, для дальнейшего его отнесения к систематической группе. Также по возможности, можно проводить фото- и видеоотчет исследуемой территории.

3.3. Камеральный этап.

На данном этапе происходила обработка данных, полученных на полевом этапе исследования: обозначение на карте выделенных пробных площадок (рис.9), определение неизвестных видов растений, формируются выводы, и предварительные схемы обобщаются в виде графиков и карт. Завершается камеральная обработка материалов написанием сводного отчета, синтезирующего все данные наблюдений, проведенных на различных этапах практики, и дающего представление о ландшафтных особенностях изучаемого района.

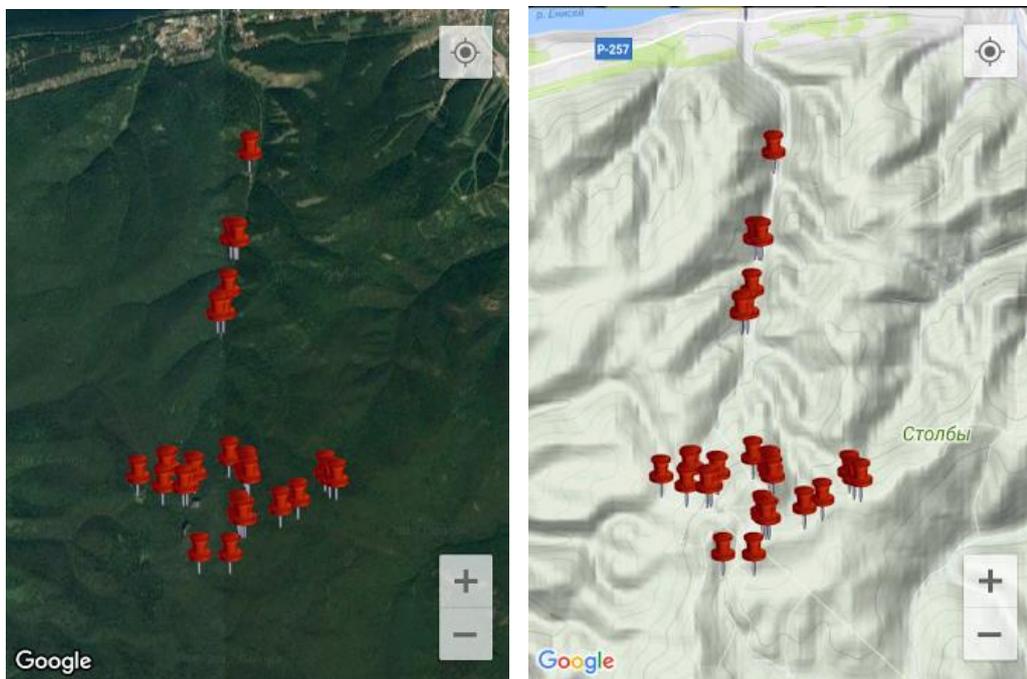


Рисунок 9. Карты с обозначением всех пробных площадок (программа Геодезист)

Были описаны 27 площадок на территории туристско-экскурсионного района (ТЭР) и в буферной зоне, 4 пробные площадки являются условно фоновыми (эталонными) (рис 10).

Эталонные участки выбирались по принципу удаленности от рекреационного воздействия, удаленности от наиболее посещаемых троп и близости к буферной зоне.



Рисунок 10. Обозначения пробных площадок на территории заповедника

Пробные площадки с антропогенной нагрузкой — это участки наиболее посещаемых скал Центральных столбов, оборудованные площадки для отдыха, тропы.

4. Аналитический этап

Этот этап является завершающим, необходимо определить изменения в травянистом и почвенном покрове, лесной подстилке, древостое на территории туристско-экскурсионного района; определить зоны влияния рекреации на отдельные компоненты лесных фитоценозов; выявить степень антропогенной трансформации лесных фитоценозов на туристских маршрутах.

Антропогенную нарушенность можно оценить с помощью различных подходов (см.гл.1). Нами было принято решение использовать критерии механической устойчивости природных комплексов, потому как, помимо современных нарушений, присутствует и историческая составляющая, то есть территория заповедника подвергается рекреационному воздействию уже длительное время. С помощью критериев рекреационной дигрессии проанализируем текущие состояние природных комплексов заповедника.

ГЛАВА 4. Результаты исследований

Исследуемые участки (их общая площадь - 1 га) располагаются на территории туристско-экскурсионного района (ТЭР занимает около 3 % (1410 га) от всей площади заповедника). Эта территория представляет собой множество скал-останцев, оборудованные площадки для отдыха, экологические тропы, сервисный центр и кордон Нарым, где расположены гостевые домики и зона отдыха. ТЭР имеет несколько входов: кордон Лалетино, вход у северо-восточной части заповедника у гранитного карьера и вход через Фан-парк «Бобровый лог» (рис.11). Наибольшая часть туристов проходит в заповедник через кордон Лалетино к Центральным столбам (1, 2, 3, 4 столбы, Перья, Львиные ворота, Дед и др.).



Рисунок 11. Фрагмент карты заповедника «Столбы» с обозначением входов на территории ТЭР

Посещаемость заповедника с каждым годом увеличивается (280 тыс. чел. - 2015 г., 363 т.ч. - 2016 г.; 560 т.ч. - 2017 г.), как и его благоустроенность. В 2014 году были установлен первый модуль TRASSIR для подсчета количества посетителей на центральном входе в заповедник (кордон Лалетино), а в 2015 и на входе со стороны гранитного карьера. Появляются новые экологические

тропы с деревянными настилами, информационные стенды, спортивные площадки, устанавливается больше площадок для отдыха (рис.12), так как протяженность от кордона Лалетино до основных скал около 5 км с постоянным набором высоты от 250 до 550 м.



Рисунок 12. Экологическая тропа и обустроенная площадка на территории ТЭР

Для дальнейшего снижения механического воздействия на растительный и почвенный покров рекомендуется прокладывать деревянные настилы, для уменьшения расползания тропинойной сети и предотвращения их от водной эрозии.

На исследуемой территории множество сообществ ранее были нарушены из-за разного рода антропогенного вмешательства (рубки, пожары) и в данный момент идет их восстановление. Так же на территории заповедника в последние несколько лет наблюдается интенсивная гибель пихтовых насаждений, на данный момент около 40% деревьев пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) на всей территории повреждено полиграфом уссурийским (*Polygraphus proximus*).

Большая часть территории района занята лесами, где преобладают сосновые сообщества. В меньшей степени здесь встречаются пихтовые, осиновые, лиственничные и еловые леса.

В первую очередь нами были изучены ненарушенные (условно фоновые) участки, относящиеся к различным лесным сообществам. Они являются наиболее типичными для исследуемой территории (рис.13).



Рисунок 13. Условно ненарушенные пробные площадки (ПП1 и ПП4)

Фоновые участки характеризуются удаленностью от наиболее посещаемых скал и троп, отсутствием на их территории мусора, ненарушенностью почвенного и травянистого покрова.

Для площадок характерно высокое проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса от 90-100%, богатое видовое разнообразие (рис.14), наличие мохово-лишайникового яруса.

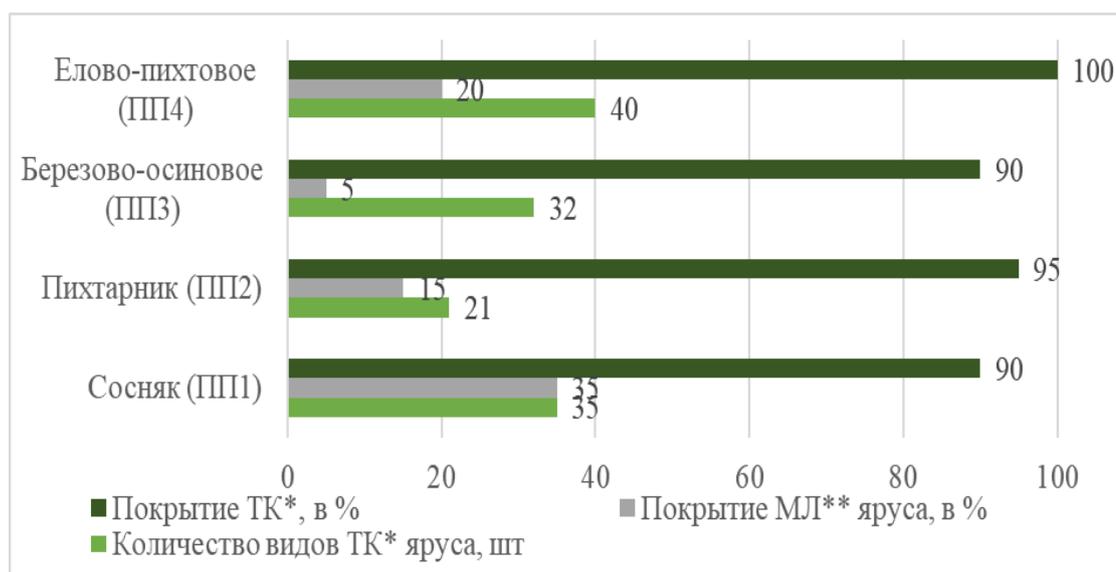


Рисунок 14. График характерных особенностей условно фоновых пробных площадок

*ТК-травяно-кустарничковый ярус, **МЛ-мохово-лишайниковый ярус

На этих участках встречены виды, занесенные в Красную книгу Красноярского края (2005) – башмачок капельный (*Cypripedium guttatum* Sw.), перловник высокий (*Melica altissima* L.) являются редким; неморальные реликты - незабудка Крылова (*Myosotis krylovii* Serg.) (Красная книга..., 2005), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott) (Красная книга..., 2005), волчье лыко (*Daphne mezereum* L.).

Детальная характеристика лесных сообществ представлена в приложении 1 и в физико-географических характеристиках района исследований (см. гл. 2).

Основная часть пробных площадей лежит в Центральном районе Столбов (Столбинское нагорье). Эта зона является наиболее привлекательной для туристов, в связи с чем происходит вытаптывание по тропам (линейное) и у основных скал (площадное), в особенности с одной из сторон.

Пробные участки у крупных скал исследовались с двух сторон, со стороны максимальной и с меньшей степенью рекреационной нагрузки.

Наиболее сильно рекреационная дигрессия выражена на участках: ПП6 - ск.1 столб (запад) - березняк; ПП7 - ск. Львиные ворота (север) и Перья - березово-пихтовое сообщество; ПП9 - ск.4 столб (юг) - березово-сосновое

сообщество; ПП13 – ск.Перья (юг) и Львиные ворота – березово-лиственнично-сосновое сообщество; ПП24 – площадка у Сервисного центра «Перевал» - березово-лиственничное осоковое сообщество. Эти площадки характеризуются высокой степенью вытоптанности растительного и почвенного покрова (рис.15), выявляются эрозионные процессы, участки характеризуются практически полным отсутствием подроста (единичные экземпляры), наличием синантропных видов растений.

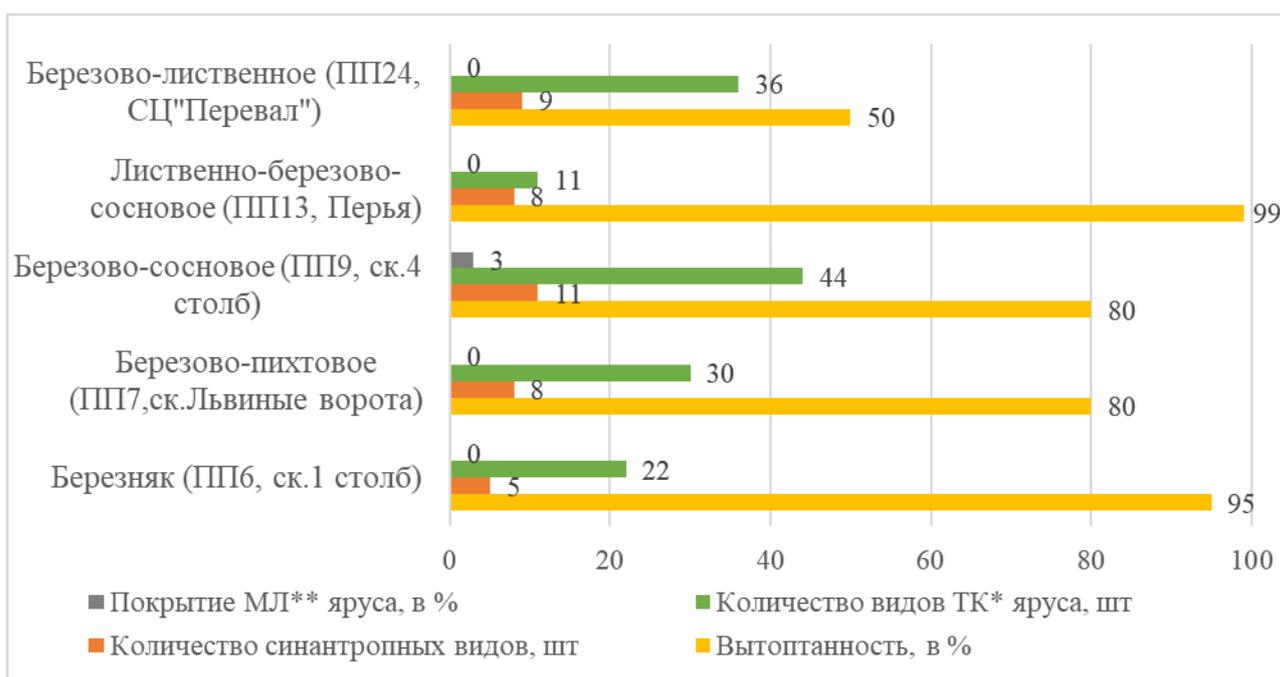


Рисунок 15. Характерные особенности площадок с очень высокой степенью нарушения

Там, где отсутствует растительность и крутой склон значительно оголены корни деревьев.

На следующих участках рекреационная дигрессия выражена выше среднего: ПП5 - ск.1 столб (запад) - осинник коротконожковый, развит кустарниковый ярус и представлен спиреей средней, черемухой, смородиной красной; ПП15 - ск.1 столб (север) - березово-лиственное осоковое лесное сообщество, присутствует 2 древесный ярус - представлен рябиной, развит березовый и рябиновый подрост; ПП17- ретро-площадка – елово-березовое

разнотравно-осоковое сообщество с выраженным кустарниковым ярусом; ПП25 - сц "Перевал" - сосново-лиственничное осоковое лесное сообщество с пихтовым подростом.

Участки отличаются наличием тропиной сети (рис.16), проективным покрытием травяно-кустарничкового яруса от 60 до 85 %, неравномерным подростом хвойных и лиственных пород, кустарниковый ярус выражен не на всех площадках и его покрытие варьируется от 5 на ПП15 до 40% на ПП5, доля синантропных видов составляет от 20 до 32 %.

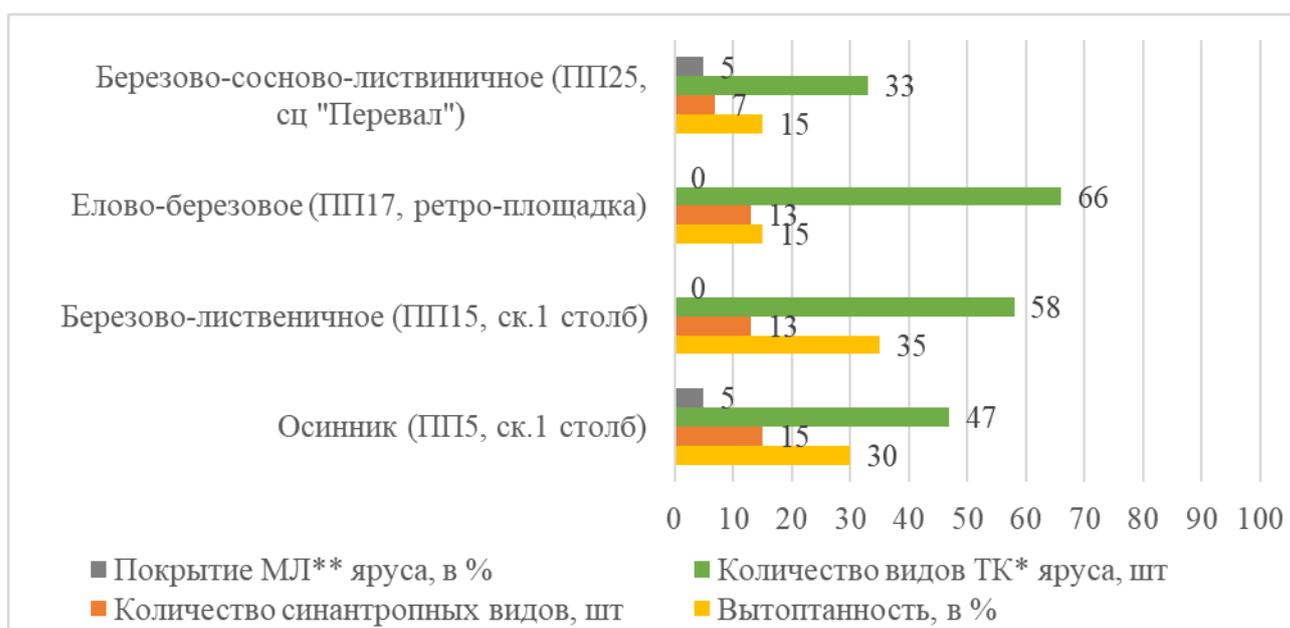


Рисунок 16. Характерные особенности площадок со степенью нарушения выше средней

Средней трансформации подвержены следующие пробные площадки: ПП8 - ск.Львиные ворота и ск. Перья(север) - пихтовое осоковое лесное сообщество, практически половина деревьев пихты сибирской повреждена полиграфом уссурийским; ПП12 - ск. 4 столб(север) – пихтарник (большая часть повреждена) разнотравный с подростом пихты; ПП14 - ск.Перья и ск Львиные ворота (юг) – березово-сосновое осоковое лесное сообщество с подростом пихты и кедра; ПП16 - ск.1 столб(север) - лиственнично-сосновое с березой осочковое лесное сообщество; ПП18 - ретро-площадка - сосняк осочковый зеленомошный; ПП21 - руч.2-ая Поперечная - лиственнично-

сосновое вейниково-осочковое сообщество с подростом ели и пихты; ПП22 - руч.2-ая Поперечная – осинник осоковый с пихтово-еловым подростом; ПП23 - руч.Лалетино - березово-еловое высокотравное сообщество с кустарниковым ярусом.

Эти площадки характеризуются низкой степенью вытоптанности (рис.17), наличием мохово-лишайникового яруса, количество синантропных видов от 10 до 23%, проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса от 70 до 90%. Тропиночная сеть не густа, максимально 1-2 тропы на участке.



Рисунок 17. Характерные особенности площадок со средней степенью нарушения

Меньшая степень трансформации обнаружена на следующих участках: ПП10 - ск. 4 столб(юг) - осиново-сосновое осоково-зеленомошное лесное сообщество; ПП11 - ск.4 столб(север) - березово-пихтовое вейниково-зеленомошное лесное сообщество, встречается развитый подрост пихты; ПП20

- ретро-площадка - сосняк высокотравно-осоковый зеленомошный; ПП26 - ск.Дед - осиново-березовое осоковое лесное сообщество.

Представленные выше участки (рис.18), выделяются наличием мохово-лишайникового яруса от 10 до 60 %, средним видовым разнообразием в пределах 33-44 видов, высоким проективным покрытием, низким количеством синантропных видов не более 7 %.

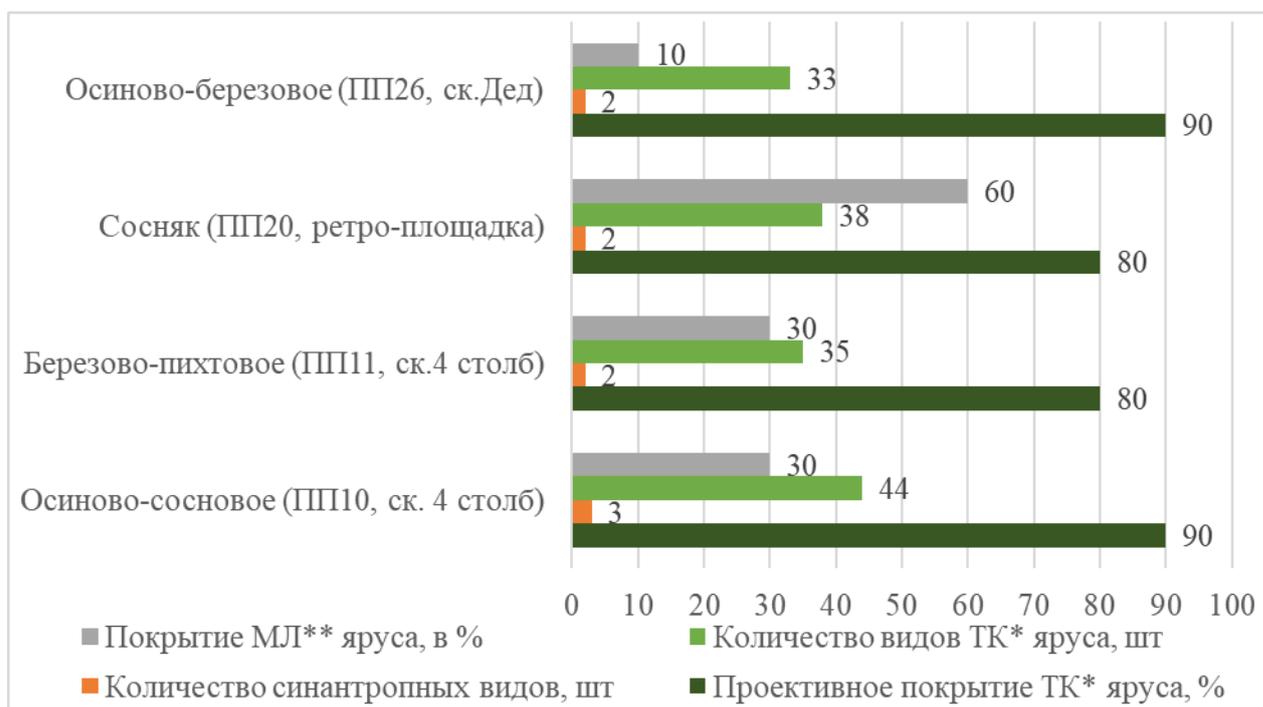


Рисунок 18. Характерные особенности площадок с нарушенностью ниже средней

Наименее трансформированным является лишь один участок – ПП27 - у тропы Огневка – пихтарник кустарниковый высокотравно-кисличный (приктически все пихты повреждены полиграфом уссурийским). На участке отсутствуют синантропные виды, лишь у периметра на тропе встречен мятлик однолетний. Травяно-кустарничковый ярус представлен в основном бореальными видами, его покрытие 80%. Сомкнутость древостоя не высокая - 0,3.

На рисунке 19 изображена диаграмма, показывающая степени трансформированности исследованных участков. В целом, одну треть занимают

средненарушенные площадки, участки являющиеся высоконарушенными составляют 22,7%, выше среднего и меньше среднего составляют по 18 %, и к слабо нарушенным можно отнести лишь 1 участок – 5%, от количества нарушенных площадок.



Рисунок 19. Трансформированность (в %) исследованных участков, в следствии рекреационного воздействия

Однако, эти данные не учитывают всех особенностей ландшафтов и их устойчивости к рекреационному фактору.

Для оценивания механической устойчивости природных комплексов необходимо учитывать такие показатели как механический состав и влажность почв, мощность гумусового горизонта, мощность рыхлых грунтовых отложений, уклон поверхности, состав древостоя (приложение 2).

Сложность классифицирования природных комплексов заповедника по степени устойчивости, заключается в большой расчленности рельефа, перепадах высот и выходах скальных пород. Стоит учесть, что эти сообщества рассматриваются в ранге фаций.

Если фактор состава древостоя считать первостепенным, то сообщества можно классифицировать по преобладающему виду в древостое:

- пихтовые сообщества (ПП7, 8, 11, 12) характеризуются большим

уклоном поверхности (не более 20°), маломощным гумусовым горизонтом (1-2 см), влажной почвой, коренные породы подходят близко к поверхности, механический состав почв - среднесуглинистый;

- сосновые сообщества, расположенные вблизи скалистых обнажений (ПП9,10, 13, 14) имеют среднюю мощность гумусового горизонта 2 см, по влажности почвы свежие, механический состав от легких до средних суглинков, с уклоном поверхности 10° ;
- сосновые сообщества (ПП1, 18, 20, 21), где выхода коренных пород не отмечено, обладают большей мощностью гумусового горизонта 5-7 см, почвы имеют легко суглинистый механический состав и являются более увлажненными, а уклон поверхности от минимального (1°) до очень крутого - 35° ;
- сообщества (ПП15, 16, 24, 25), с преобладанием лиственницы в составе древостоя, имеют легкосуглинистый механический состав почв и отмечены как свежие, мощность гумусового слоя, вблизи выхода коренных пород и с их отсутствием, в среднем 2 см;
- осиновые сообщества (ПП3, 5, 22) характеризуются легким и среднесуглинистым механическим составом почв, влажные, средняя мощность гумусового горизонта – 4-5 см, расположены на более пологих участках (5°);
- березовые сообщества (ПП6, 26) располагаются вблизи выхода коренных пород, имеют небольшую мощность гумусового горизонта- 2 см;
- сообщества (ПП4, 17, 23) в состав которых входит ель, обладают сырыми среднесуглинистыми почвами, имеют мощность гумусового слоя - 5 см, и располагаются на территории вблизи ручьев, с минимальным уклоном поверхности.

Наличие березы в составе древостоя отмечено на половине исследованных

участков, данный факт говорит, о том, что сообщества являются производными, так как для территории южной тайги характерны хвойные породы деревьев (сосна, пихта, кедр, лиственница).

При учетывании показателей механического состава почв - средние суглинки, отсутствия выхода коренных пород, мощности гумусового слоя -5-6 см и уклоном поверхности от 0 до 12°, следующие участки можно отнести к среднеустойчивым: ПП1 - сосняк чернично-осоковый зеленомошный, 2 - пихтарник кислично-крупнотравный, 3 - березово-осиново осоковое лесное сообщество, 4 - елово-пихтово высокотравно-зеленомошное лесное сообщество, 17 - елово-березовое разнотравно-осоковое лесное сообщество, 23 - березово-еловое высокотравно-зеленомошное лесное сообщество, 27 - пихтарник высокотравно-кисличный.

Большая часть этих участков относится к фоновым, условно ненарушенным. На площадках встречается различный состав древостоя, следовательно, фитоценоз не является первостепенным фактором, определяющим механическую устойчивость исследуемых природных комплексов.

Учитывая тот факт, что геосистемы заповедника находятся в горной области, то есть обладают повышенным потенциалом концентрации вещества, имеют не высокую мощность гумусового горизонта, легко и среднесуглинистый механический состав почв, следует считать природные комплексы заповедника среднеустойчивыми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесные фитоценозы заповедника «Столбы» подвергаются рекреационному воздействию с начала 20 века. Ежегодно количество туристов возрастает, это сказывается на состоянии природных комплексов объекта исследования.

Для проведения исследований были выбраны методики по определению рекреационной дигрессии растительных сообществ (Казанская, 1977) и определена механическая устойчивость природных комплексов заповедника. В августе 2017 года были проведены натурные наблюдения, на каждом заложенном участке проводились геоботанические описания.

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- на всех исследованных участках было обнаружено 157 видов сосудистых растений, 14 видов кустарников и 7 видов древесных пород;
- обнаружено 34 синантропных вида, их присутствие на площадках может достигать 32%;
- встречены такие виды как подорожники большой (*Plantago major* L.) и средний (*Plantago media* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), чистотел (*Chelidonium majus* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* L.);
- преобладание березовых и сосновых лесных сообществ с доминированием осоки большехвостой (*Carex macroura* Meinsh.), на нарушенных участках говорит о замене коренных сообществ производными;
- анализ участков вдоль рекреационных объектов показал повышение видового разнообразия (по сравнению с фоновыми участками), что соответствует первому этапу деградации растительного сообщества;
- уничтожение растительного и почвенного покрова происходит при более длительном воздействии на рекреационных объектах (особенно у

подножья скал);

- на участках с минимальной нагрузкой изменения практически отсутствуют.

В целом, антропогенная нарушенность природных комплексов заповедника выражена только на участках, затрагиваемых рекреацией, на тропах и у основных скал. При ее отсутствии ландшафты являются низко трансформированными.

Для снижения нагрузки на Центральный район «Столбов» обустроивается восточный вход (прокладываются экологические тропы) заповедника, для посещения Такмаковского скального массива. Для снижения механического воздействия на растительный и почвенный покров рекомендуется прокладывать деревянные настилы, для уменьшения расползания тропинойной сети и предотвращения их от водной эрозии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреева Е. Б. Флора заповедника «Столбы» / Е. Б. Андреева, Н. Н. Тупицына; под ред. Н.В. Степанова; Мин-во прир. рес. и экол. РФ, гос. прир. заповед. «Столбы», Мин-во образ. и науки РФ, Красн. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. 304 с.
2. Андреева Е. Б. Флора заповедника «Столбы». Автореферат дис. канд. биол. наук. Красноярск, 2006. С. 14-15.
3. Андреева Е.Б., Дутбаева А.Т. О синантропной флоре долины Лалетиной (ТЭР) в заповеднике “Столбы” // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. XI Международная научно-практическая конференция. – Барнаул: Артика, 2012. С. 8–10.
4. Архипов В. Ю. Дополнения к списку видов птиц заповедника «Столбы» (Красноярский край) / В. Ю. Архипов, ван Стейнис М. Рус. Орнитол. журн. Экспресс-вып. 270, 2004. С. 781 – 782.
5. Брызгалина Е.С., Карпова Н.Н., Кочеткова А.И. Маркова Н.Н., Морозова Н.В., Обьедкова О.А., Плякин А.В., Сергиенко Л.И., Фесенко В.В., Филиппов О.В., Ярков А.А. Учебно-методические указания по проведению практик и научно-исследовательской работы для студентов бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки "Экология и природопользование / под ред. д-ра экон. наук А.В. Плякина. – Волгоград: Наука. Мысль, 2013. 112 с.
6. Бузмаков С.А. Методические указания: "Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения" / С.А. Бузмаков, С.А. Овеснов, А.И. Шепель, А.А. Зайцев. Географический вестник. Вып.2, 2011. С. 49-59.
7. Бурова, Н.В. Антропогенная трансформация пригородных лесов: монография / Н.В. Бурова, П.А. Феклистов. - Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. 264 с.
8. Васильева, И.Н. Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в

- Серебряноборском опытном лесничестве. - М.: Наука, 1973. С. 36-44.
9. Виноградов В.В., Кельбешев Б. К. Состав, структура и динамика сообществ мелких млекопитающих заповедника "Столбы". Труды государственного заповедника "Столбы". Выпуск 19 / М-во природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации. - Красноярск:ДарМа, 2010. С .155-169.
 10. Голод, Д.С. Влияние рекреации на структурные элементы лесных биогеоценозов / Д.С. Голод, Красовский // Современное состояние и перспективы рекреационного лесопользования. - Л.: ЛенНИИЛХ, 1990. С. 22-23.
 11. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология, 1984. № 5. С. 3–16.
 12. Добровольский Г.В. Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации / Г.В.Добровольский, О.В.Чернова, В.В. Снакин. Москва: Фонд «Инфосфера» — НИА-Природа, 2012. 476 с.
 13. Дутбаева А. Т. Изучение рекреационной нагрузки в заповеднике «Столбы» (по материалам «Летописи природы») / А. Т. Дутбаева // Мониторинг биоразнообразия и функциональная структура природных комплексов на особо охраняемых территориях Алтае-Саянского экорегиона; сб. ст. – Новосибирск, 2010. С. 127 – 132.
 14. Дыренков, С.А. Выделение основной стадии рекреационной деградации пригородных лесов / С.А. Дыренков, С Н. Савицкая // Тезисы докладов к 3-й Всесоюзной конференции по дендроклиматологии «Дендроклиматические исследования в СССР». - Архангельск, 1978. С. 163-164.
 15. Дыренков, С.А. Изменение лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования // Рекреационное лесопользование в СССР. - М.: Наука, 1983. С. 20-35.
 16. Ершов, Ю.И. Почвы и земельные ресурсы Красноярского края / Ю.

- И. Ершов; РАН. СО. Ин-т леса им. В.Н. Сукачева. - Красноярск: [б. и.], 2000. 81 с.
17. Зайцев А.А. Оценка состояния особо охраняемых природных территорий в Пермском крае. Геология, география и глобальная энергия. №4(39), 2010. С. 131-137.
18. Запекина-Дулькейт Ю.И., Дулькейт Г.Д. Гидробиологическая и ихтиологическая характеристика водоемов заповедника «Столбы» / Ю.И. Запекина-Дулькейт, Г.Д. Дулькейт. Труды государственного заповедника "Столбы" Выпуск III, 1961. С. 7-10.
19. Зырянов А.Н. К размещению и численности тетеревиных птиц заповедника «Столбы». Труды государственного заповедника "Столбы" Выпуск XI. Красноярское книжное издательство, 1977. С. 5-16.
20. Зырянов А.Н. Комплексный учёт копытных на зимовках. Труды заповедника Столбы №17, 2001. С. 110-115.
21. Иванов А. Н. Охраняемые природные территории: Учебное пособие / А.Н.Иванов, В.П. Чижова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. 119 с.
22. Казаков Л.К. Ландшафтоведение (природные и природно-антропогенные ландшафты): Учеб. пособие. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2004. 264 с.
23. Казанская Н.С. Рекреационные леса / Н.С. Казанская, В.В. Ланин, Н.Н. Марфеннин. -М.: Лесн. Пром-сть, 1977. 96 с.
24. Коловский, Р.А. Бучельников М.А. Биоиндикация в заповеднике «Столбы»: оценка и прогноз. Труды государственного заповедника "Столбы". Вып. 17. -Красноярск, 2001. С. 226-244.
25. Красная книга Красноярского края: Растения и грибы / Н.В. Степанов, Е.М. Антипова, А.Н. Васильев, Н.Н. Тупицына, Т.Н. Отнюкова, Н.П. Кутафьева, Е.Б. Андреева, А.Е. Сонникова, И.Е. Ямских, А.И. Ирошников, Г.В. Кузнецова, Д.И. Назимова, Г.П. Урбанавичюс, О.П. Втюрина, Д.Н. Шауло. Красноярск: Поликом, 2005. 368 с.
26. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

27. Национальный атлас России. Том.2. Природа и экология / А. А. Ключко, М. А. Романовская, М. Г. Гречушникова, и др. — ФГУП "ГОСГИСЦЕНТР" Москва, 2004. 495 с.
28. Полянская Д.Ю., Андреева Е.Б. Изучение трансформации лесных фитоценозов под воздействием рекреации в заповеднике «Столбы» // Природные парки России: итоги деятельности и перспективы развития: материалы науч.-практ. конф. (14-17 августа 2017 г.). — ГАММА Абакан, 2017. С. 99-105.
29. Проект организации и ведения лесного хозяйства Государственного заповедника «Столбы» Главного управления охотничьего хозяйства и заповедников при Совете министров РСФСР Т. 1. (пояснительная записка). - Красноярск, 1977-1978. 304 с.
30. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. 637 с.
31. Руководство по полевой практике. Методы сбора и первичного анализа геоботанических и демографических данных. Серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия». Раздел II / О.В. Смирнова, Л.Г. Ханина, М.В. Бобровский, Н.А. Торопова, Л.Б. Заугольнова.. Научный руководитель серии Н.С. Касимов. Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. 286 с.
32. Сенькин О.В., Опекунова М.Г., Щербаков В.М. Ландшафтно-экологическое картографирование и экологическая оценка нарушенных территорий с применением методов биоиндикации. Учебно-метод. пособие. -СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000. 68 с.
33. Соболева С.В. Накопление тяжелых металлов в экосистеме отдельных районов заповедника «Столбы» / С.В. Соболева, И.С. Почекутов. Инновационная наука/ Выпуск № 12-4, 2016. С. 84-86.
34. Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. 286 с.
35. Спицына, Т.П. Мониторинг загрязнения снежного покрова на территории

- заповедника "Столбы" / Т.П. Спицына, А.А. Кнорре // Научные исследования в заповедниках и национальных парках Южной Сибири: сборник научных трудов / М-во природ. ресурсов и экологии РФ. - Новосибирск: СО РАН / отв. ред. В. В. Непомнящий, 2011. Вып. 1.
36. Степанов Н. В. Флора Саян: Учеб. пособие / Н. В. Степанов, А. Н. Васильев, Н. Н. Тупицына. - Красноярск: КрасГУ, 2003. 328 с.
37. Степановских А.С. Экология. Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 703 с.
38. Таран И.В. Устойчивость рекреационных лесов/ И.В. Таран, В.Н. Спиридонов. - Новосибирск: Наука, 1977. С. 179.
39. Тропина Е.Ф. История почвенных исследований в заповеднике «Столбы». Труды государственного заповедника «Столбы» Красноярск, 2015. Выпуск 20. С. 69-97.
40. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. — М.: Мир, 1997. 232 с.
41. Фетисов Д.М. Антропогенная нарушенность природных ландшафтов российской части Малого Хингана. Вестник ДВО РАН. № 3, 2008. С. 51-57.
42. Чижова В. П. Развитие экотуризма в охраняемых природных территориях (эколого-географический аспект) // Проблемы региональной экологии. 2000, № 4. С. 28- 35.
43. Чижова В.П. Допустимые рекреационные нагрузки в охраняемых природных территориях Камчатки // География и туризм: Сб. науч. трудов / Пермь, Перм. ун-т., 2006. С. 239-253.
44. Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. 49 с.
45. Штернбергс М.Т. Материалы по фауне пауков (Aranei) заповедника «Столбы». Труды государственного Заповедника «Столбы». Выпуск XI. Вопросы зоологии, 1977. С. 87-90.
46. Шугалей Л.С. Рекреационное воздействие на лесные биогеоценозы

- Государственного заповедника «Столбы» Вестник КрасГАУ, 2017. №9. С. 189-199.
47. Экологические очерки: монография / Р.Г. Хлебопрос, О.В. Тасейко, Ю.Д. Иванова, С.В. Михайлюта. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. 130 с.
48. <http://zapovednik-stolby.ru/> - официальный сайт заповедника «Столбы», 20 февраля 2018
49. <http://oopt.aari.ru/oopt/Столбы> - ООПТ России, 30 марта 2017
50. <http://www.zapoved.ru/> - особо охраняемые природные территории Российской Федерации, 16 декабря 2016
51. <http://stolby.torins.ru/> - экологический атлас заповедника «Столбы», 25 февраля 2017
52. <https://www.google.ru/maps> - Google Maps, 25 февраля 2017