

УДК 630*91; 630*232.22

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУМУЛЯТИВНОГО ИНДЕКСА НАРУШЕННОСТИ
ДЛЯ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОТ ЛЕСНЫХ ДЕРЕВЕНЬ
В ПОЛУАРИДНОЙ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ ЗАПАДНОЙ ИНДИИ**

© 2021 г. В. Расал, М. Дхакад, Д. Кхандад

Служба Наблюдения за тиграми

*Индия, 322001, Раджастан, Местное отделение, Ферма Маа, Рантамбхор-роуд,
Пост Хилчинур, Округ Савай Мадхонур*

E-mail: rasalvishal090@gmail.com, dhakad13@gmail.com, dharamkhandal@gmail.com

Поступила в редакцию 17.01.2021. После доработки 30.06.2021. Принята к публикации 01.07.2021

Существование людей, живущих на лесных территориях и вокруг них, в значительной степени зависит от леса. Заповедник Кайладеви – важное место, необходимое для сохранения популяции тигров в полуаридной западной Индии. Люди на территории заповедника и их домашний скот оказывают антропогенное давление на окружающую среду. Понимание природы этого давления необходимо, чтобы смягчить его, уменьшить негативное взаимодействие в системе человек-природа и улучшить среду обитания для диких животных. Антропогенные нарушения, вызванные 12 анклавами деревень внутри Кайладеви, были измерены с использованием кумулятивного индекса нарушенности (CDI). Выпас скота и вырубка древесины оказались наиболее серьезными факторами нагрузки в регионе заповедника. Результаты исследования будут способствовать разработке стратегии по улучшению качества среды обитания диких животных в местных лесах.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, кумулятивный индекс нарушенности (CDI), заповедник Кайладеви, Индия.

DOI: 10.24412/1993-3916-2021-4-41-49

Лес является источником множества экологических, социальных и экономических благ для человеческого общества. Почти миллиард людей во всем мире живет в лесу или вокруг него и полностью от него зависит (FAO ..., 2020). Когда население таких сообществ ограничено, их воздействие на лес может быть поправимым (Mukul et al., 2016; Newton et al., 2016). Кроме того, из-за удаленности территории и из-за законов, регулирующих охраняемые территории, трудно обеспечить местное население базовыми объектами здравоохранения, образования и санации (Karanth et al., 2012).

Заповедник Кайладеви – важная охраняемая область в западной Индии (рис. 1). Доисторические наскальные рисунки на его территории указывают на долгую историю человеческих поселений в данном районе. Записи о местных доходах отслеживают существование постоянных деревень в заповеднике вплоть до начала XVIII века (Das, 2011; Ranthambhore ..., 2015). С годами популяция людей в Кайладеви увеличилась. В 2001 году в рамках проекта «Tiger» здесь было зарегистрировано 52730 голов скота и 11 тыс. человек. Перепись 2018 года зафиксировала 66 деревень/поселений (рис. 2), в которых проживало 19179 человек. В непосредственной близости от этих деревень насчитывалось 73032 домашнего скота и 5090 диких коров. Во время муссонов и зимних периодов люди, чье существование зависит от агрокультуры и пастбищ, создали 59 временных стойбищ с 32508 головами скота (Reddy, 2008; Ranthambhore ..., 2015). Заповедник Кайладеви является их единственным источником корма для домашних животных, древесины для топлива и домашнего использования, но интенсивная добыча этих ресурсов привела к деградации среды обитания диких животных. Поэтому существует огромная необходимость уменьшить эту антропогенную нагрузку, чтобы обеспечить полноценную среду обитания (Walker et al., 2012; Jhala et al., 2019).

С 2007 года в Индии действует политика добровольного переселения и реабилитации сообществ, поселившихся на охраняемых территориях (Dash, Behera, 2018). Это длительный процесс, который

может занять десятилетия и потребовать значительных финансовых затрат (Harihar et al., 2014; Jain, Sajjad, 2016). Оценка антропогенной нарушенности полезна при разработке стратегий по снижению антропогенной нагрузки на лес и снижению негативного воздействия человека на дикую природу.

Чтобы определить уровень нарушенности, вызванной человеческими поселениями, мы исследовали 12 деревень внутри Кайладеви..

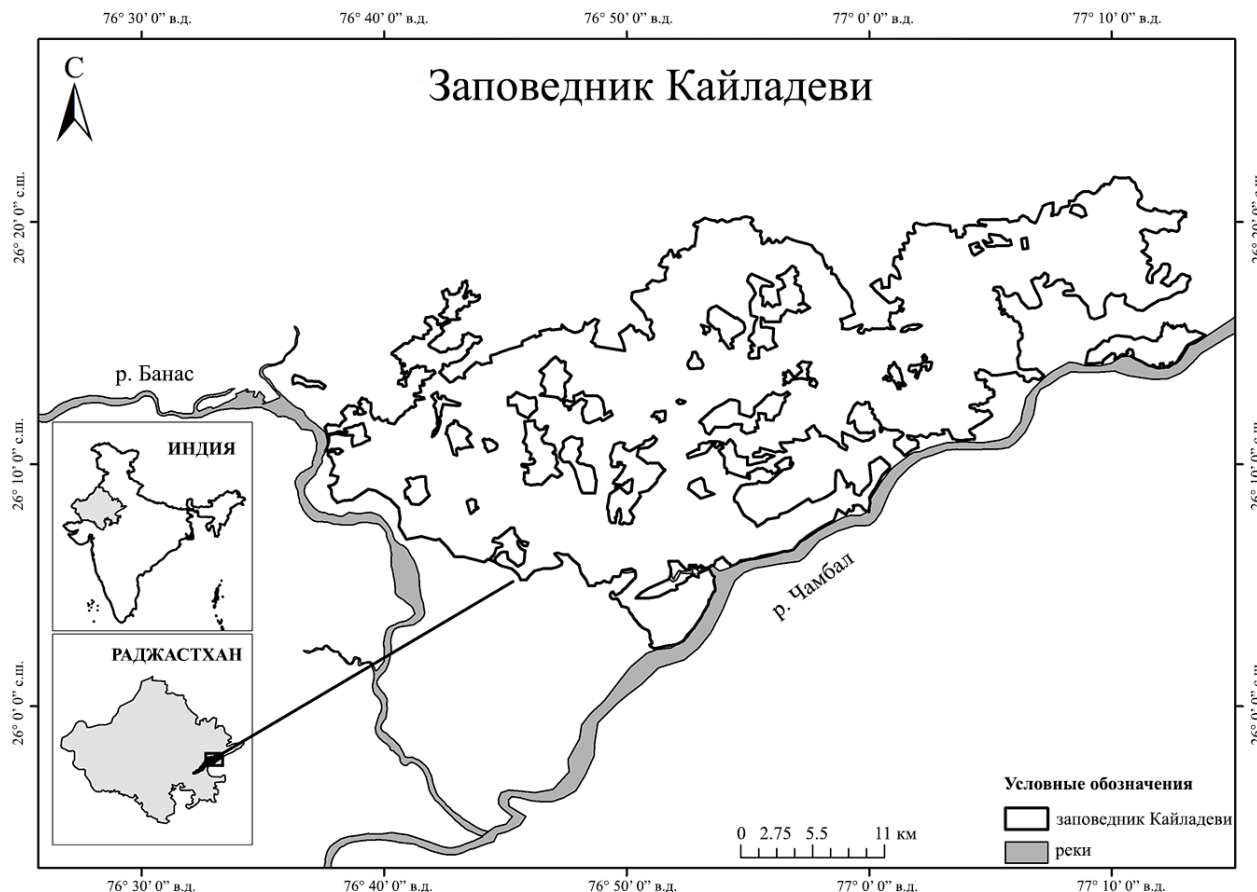


Рис. 1. Расположение заповедника Кайладеви в западной Индии.

Материалы и методы

Территория исследования. Заповедник Кайладеви в западной Индии расположен на пересечении хребтов Виндхья и Аравали. Он занимает 672.82 км², из которых 401.63 км² являются частью местообитания тигров в Тигрином заповеднике Рантхамбор (Ranthambhore ..., 2015). Рельеф Кайладеви – это плоские плато, пересеченные глубокими ущельями, с тропическими лиственными, в основном сухими, лесами (Champion, Seth, 1968). Леса в долине – смешанные лиственные, поскольку влажность там более устойчивая, а температуры ниже. Кайладеви является домом для множества видов млекопитающих, включая крупных плотоядных, таких как *Panthera tigris* L., 1758 (тигр), *Panthera pardus* L., 1758 (леопард) и *Canis lupus* L., 1758 (волк; Rasal et al., 2021).

Заповедник Кайладеви – это важная среда обитания для растущей популяции тигров в заповеднике Рантхамбор. Кайладеви включает в себя большие населенные пункты, пахотные земли и загоны для домашних животных. На рисунке 3 изображено землепользование и земельный покров его территории. Из-за огромной антропогенной нагрузки местная природа сильно деградировала, а естественная кормовая база тигров оскудела. Недавние исследования охарактеризовали Кайладеви как «пустой лес» (Singh, Reddy, 2016; Shah et al., 2015; Jhala et al., 2019).

Управляющие лесных хозяйств нуждаются в данных о характере и масштабах существующей проблемы, чтобы разрабатывать стратегии по снижению антропогенной нагрузки на лес. Поэтому

наше исследование было проведено с целью классификации и количественной оценки антропогенного воздействия, которое оказывают 12 деревенских анклавов внутри Кайладеви.

Кумулятивный индекс нарушенности (CDI) – это очень полезный в работе метод, легкодоступный исследователям в полевых условиях, необходимый для количественной оценки уровня нарушенности, вызванной антропогенными факторами (Dhyani et al., 2020; Tadwalker et al., 2012). С помощью этого индекса N.A. Al-Sagheer с соавторами (2009), M.D. Tadwalkar с соавторами (2012) и X. Vachana с соавторами (2015) изучали антропогенную нагрузку в разных типах лесов.

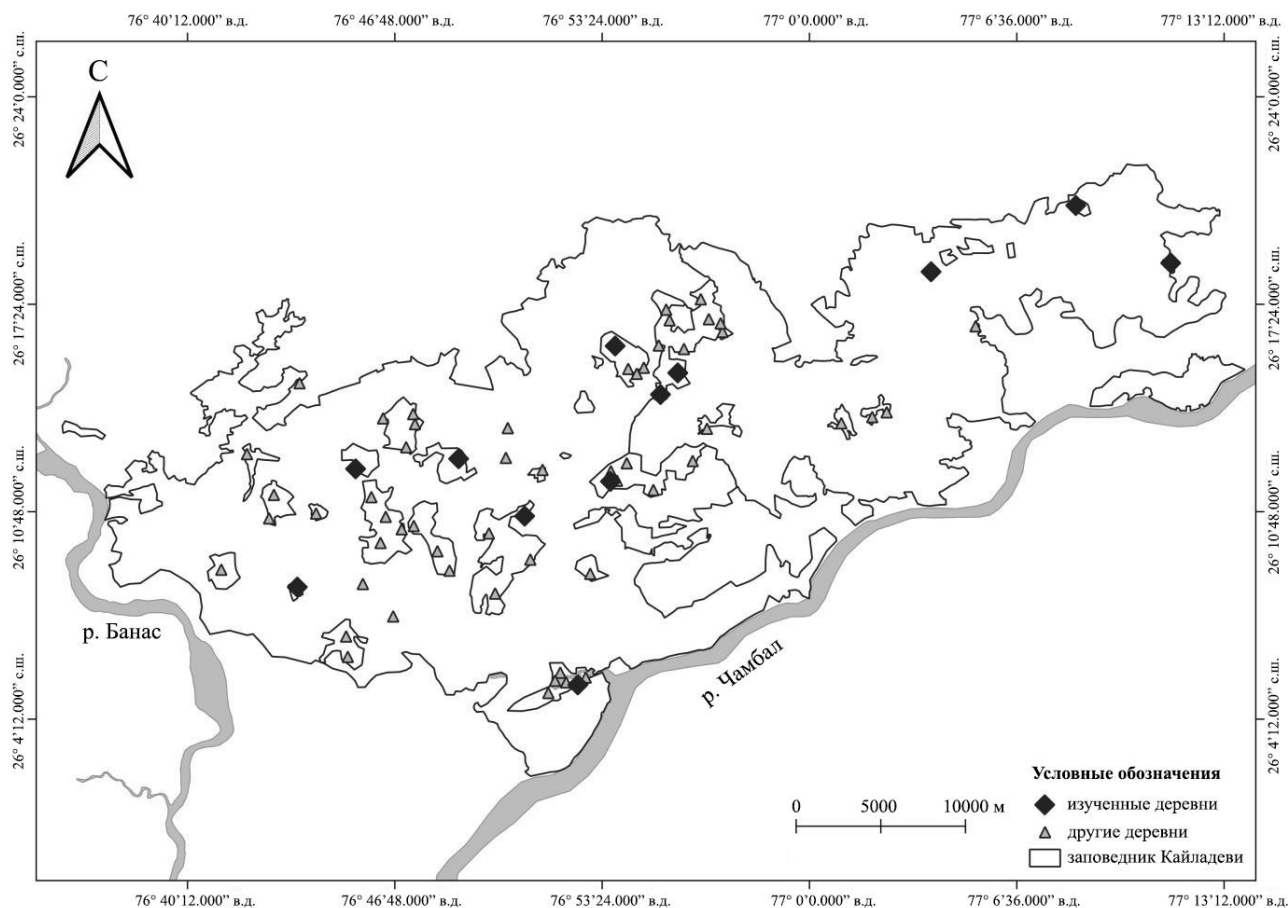


Рис. 2. Деревни и поселения в заповеднике Кайладеви.

Мы провели интервью с ключевыми информаторами, а также устроили обсуждения в фокус-группах, чтобы понять зависимость местных сообществ от лесов (Morgan, 1996; Stewart, Shamdasani, 2014). На основе полученной информации для оценки CDI мы выбрали следующие индикаторы нарушенности: 1) выпас скота, 2) заготовка древесины и дров, 3) обрезка сучков и верхушек, 4) пожары, 5) влияние инвазивных видов, 6) другие нарушения (загрязнение пластиком и прочими неразлагающимися отходами).

Каждому индикатору был присвоен бал нарушенности – от 1 до 4 в зависимости от степени их влияния. Такой метод был предложен M.D. Tadwalkar с соавторами (2012) и X. Vachana с соавторами (2015): 1 – слабое воздействие, т.е. без специального наблюдения оно может остаться незамеченным; 2 – умеренное, т.е. видимое, но не является угрожающим для окружающей среды; 3 – сильное, т.е. угрожает существованию вида и вызывает сильную деградацию среды; 4 – очень сильное, т.е. естественное состояние среды полностью утрачено.

Все обследованные деревни имеют относительно равнинный рельеф. Они расположены на расстоянии не менее 3 км от других поселений или разделены такими преградами, как долины или крутые холмы, чтобы мы могли избежать их влияния друг на друга. Не имея в своем распоряжении карт с границами деревень, мы отсчитывали границу от дома или фермы, который более прочих

удален от центра поселения, а начальную точку трансекты размещали в 10 м от него. Случайным образом мы заложили на периферии деревень по 3 линии трансекты, расходящиеся от центра каждой деревни (рис. 4). Общая длина каждой линии трансекты составила 1500 м. Квадраты размером 20x20 м были размещены вдоль линий на расстоянии 300 м. Два геодезиста прошли вдоль каждой линии и зафиксировали факторы нарушенности внутри квадратов, затем сделали это еще раз, чтобы свести ошибки наблюдений к минимуму. Кумулятивный индекс нарушенности был рассчитан путем сложения значений для всех 6 переменных (Vachana et al., 2015). Наблюдение за трансектами проводилось в феврале, чтобы избежать влияния муссонов и сильной летней жары. Такая же трансекта с 18 контрольными квадратами нетронутого леса была заложена в заповеднике Кайладеви.

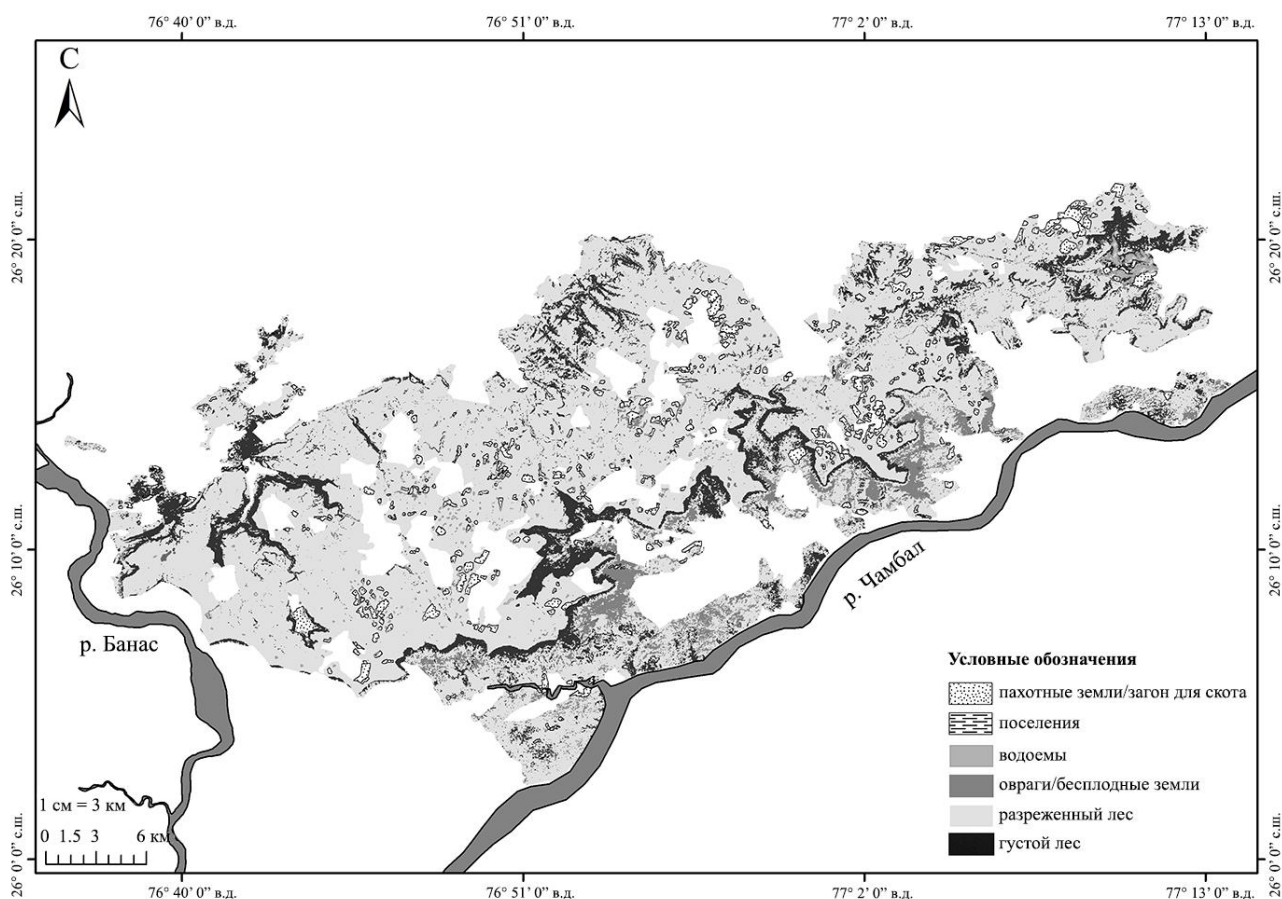


Рис. 3. Карта землепользования и земельного покрова в заповеднике Кайладеви.

Результаты и обсуждение

Социально-экономический опрос показал, что существование людей в заповеднике Кайладеви сильно зависит от домашнего скота. При наличии «бесплатной» кормовой базы в лесу поголовье скота разрастается до огромных объемов с низкой молочной продуктивностью. Корма, древесина и другие природные ресурсы заповедника необходимы для обеспечения выживания местных людей.

Мы установили, что из 6 изученных параметров наиболее критическими являются заготовка корма, заготовка леса и обрезка сучков и верхушек. Наиболее сильная нарушенность (среднее значение – 16.11) зафиксировано в непосредственной близости от деревень, но плавно снижается по мере увеличения расстояния до них (индекс нарушенности в 1.5 км составил 14.11; рис. 5). Нарушенность в непосредственной близости от деревень – в четыре раза выше, чем на контрольных участках, где средний индекс нарушенности составил 4.83 (табл. 1).

Вытас. Поголовье скота в изученных деревнях в 1.5 раза превышало численность человеческого населения. Пища для домашнего скота добывается исключительно в самом заповеднике. Сообщалось, что пастбищная нагрузка крайне высока уже в 1500 м от деревни (средний CDI – от 3.49 на 0-300 м до

3.43 на 1200-1500 м; рис. 5).

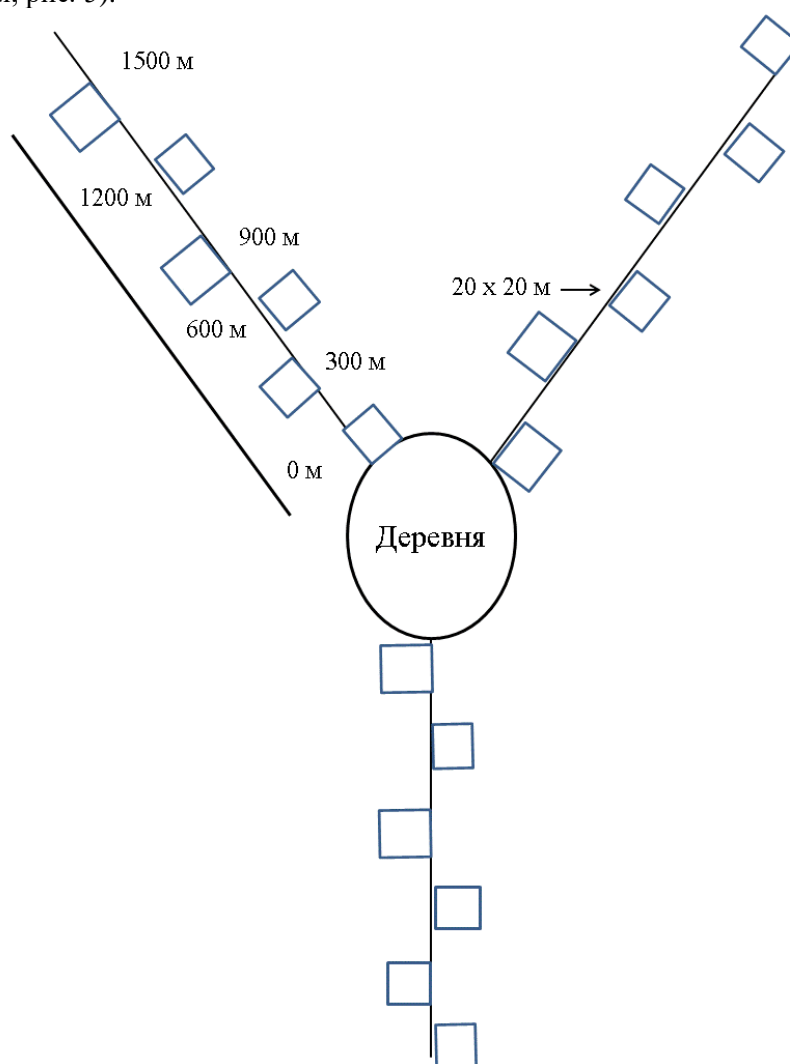


Рис. 4. Графическое изображение трансект, заложенных для исследования.

Животноводство также требует добычи древесины в качестве топлива. При отсутствии предприятий по переработке и хранению молока оно перерабатывается в топленое масло (гхи) и сгущенное молоко (маву). Оба этих процесса требуют большого количества дерева на растопку (Rasal et al., 2021).

Добыча древесины также оказалась очень высокой. Оценка CDI по ее добыче варьировала от 3.24 (до 300 м) до 3.04 (до 1500 км). Крупные деревья добываются в качестве топлива, а мелкие – для домашнего использования.

CDI для вырубki составил 3.1 в непосредственной близости от деревень и 2.63 в 1.5 км от них (рис. 5). Кустарники и небольшие ветки обрезаются в корм для коз, а также для строительства ограждений, изготовления рукояток для инструментов и пр. *Anogeissus pendula* Edgew распространено по заповеднику Кайладеви более прочих и является хорошим источником корма для животных. Поэтому большинство *A. pendula* вокруг деревень вырубают вплоть до того, что деревья вырождаются до состояния маленьких кустарников.

Инвазивные виды. Нарушенная среда обитания благоприятна для роста инвазивных видов растений (Tooker et al., 2020). Во время нашего исследования чаще прочих встречались *Senna tora* (L.) Roxb. и *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. CDI для инвазивных видов составил 2.88 рядом с деревнями и 2.61 в 1.5 км от них (рис. 5).

Прочие факторы. Значения нарушенности от сбора грунта и пород, а также от отложения отходов

оказались крайне низкими (рис. 5). Это может быть связано с экономными домашними хозяйствами, которые представляют собой небольшие общины, которые почти не контактируют с внешним миром.

Таблица 1. Расчет CDI для контрольных площадок в заповеднике Кайладеви, вблизи деревень.

Квадрат	Индекс
Q1	4.909333
Q2	4.972364
Q3	5.368
Q4	5.516
Q5	5.048
Q6	5.632696
Q7	4.2736
Q8	4.84
Q9	4.750857
Q10	4.466
Q11	4.408
Q12	4.98637
Q13	4.632
Q14	4.502737
Q15	4.916
Q16	5.082667
Q17	4.38637
Q18	4.309333
	4.833352

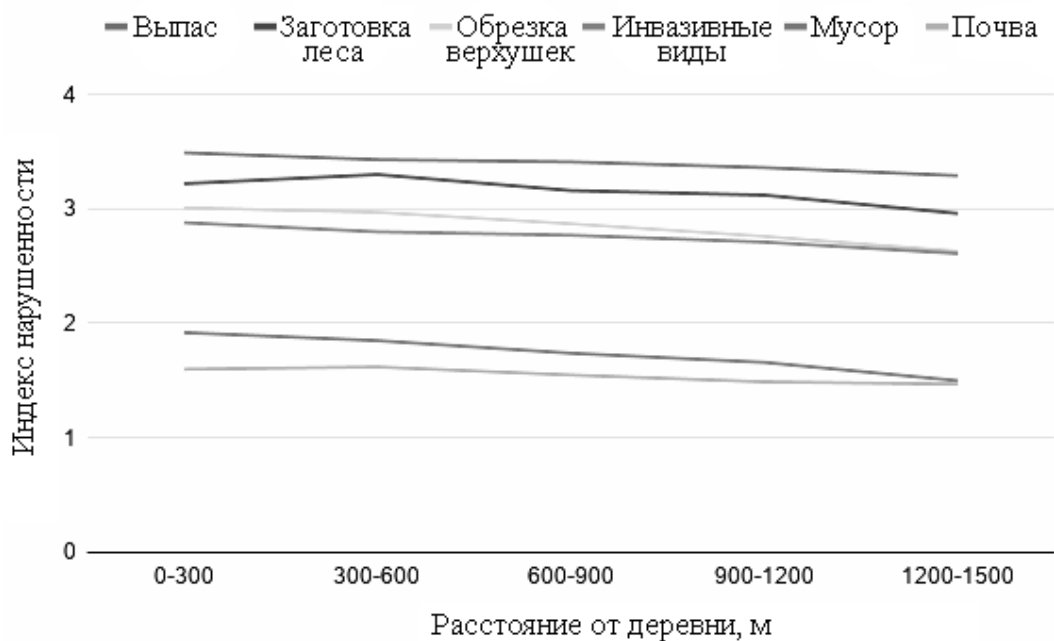


Рис. 5. Расстояние от деревни и сравнительные изменения в значениях индекса нарушенности.

Данное исследование выявило большую положительную корреляцию ($r=0.64$) между деревенским населением и индексом нарушенности. Лесная зона вокруг деревень сильно нарушена. Мы установили, что деревня Найнияки (Nainiyaki) является самым большим источником нарушений – $CDI=18.58$. В ней также проживает наибольшее население. Деревня Кудка (Kudka) оказывает наименьшую нагрузку на лес – $CDI=11.83$. Население в Учи Гуади (Uchi Guadi) ниже, чем в Кудке, но при этом оказывает больше нагрузки на лес из-за более высокого поголовья скота (табл. 2).

Таблица 2. Индекс нарушенности по деревням.

№	Название деревни	Условные единицы поголовья скота	Население	Условные единицы поголовья скота на человека	CDI
1	Nidhar	530.6	158	3.35	17.96
2	Nibhera	653.7	435	1.50	16.47
3	Nainiyaki	451.2	1340	0.33	18.58
4	Maramada	538.2	359	1.49	17.05
5	Guraja	441.6	158	2.79	14.68
6	Kurat Ki	665.9	115	5.7	13.54
7	Raiveli	122.5	303	0.40	14.29
8	Sankada	951.9	207	4.59	13.84
9	Gota	135.5	242	0.55	16.93
10	Kudaka	376.8	70	5.38	11.83
11	UchiGuadi	414	27	15.33	12.55
12	Khijura	275.1	220	1.25	13.29

Примечания к таблице 2. По методологии, предложенной M. Singh с соавторами (2019), кормопроизводство рассчитывается, как сухая масса. Ежедневный объем корма, необходимый одной условной единице, составляет 2.5 кг сухой массы на 100 кг животного. Таким образом, для одной единицы весом около 250 кг ежедневный объем корма составляет 6.5 кг (табл. 3).

Охраняемые области в Индии важны для защиты дикой природы и обеспечения экосистемных услуг для благополучия человеческого сообщества. Люди, живущие в непосредственной близости от охраняемых территорий, сильно от них зависят (Ninan, Kontoleon, 2016; Johnson et al., 2018). Рост населения в заповеднике Кайладеви вызвал неустойчивую антропогенную нагрузку на лес. И хотя отрицательный эффект от усиления этой нагрузки хорошо задокументирован (Shahabuddin, Kumar, 2006; Aderinto et al., 2020), на каждой охраняемой территории за нее отвечают разные антропогенные факторы. Выявление и количественная оценка этих факторов является первым шагом к стабильному управлению лесными ресурсами.

Таблица 3. Расчет условных единиц поголовья скота для разных типов животных.

Тип животных	Условная единица поголовья
1 корова	1
1 лошадь	1
1 верблюд	1
1 овца	0.1
1 коза	0.1
1 теленок	0.7

Данное исследование помогло выяснить, что выпас и вырубка древесины – это самые главные факторы, которые являются причиной деградации лесов в заповеднике Кайладеви. Чрезмерная

добыча биомассы приводит к выпадению леса, постепенно превращая его в кустарниковые заросли, а в конечном счете – в пустошь. Полуаридные районы, такие как заповедник Кайладеви, сильнее прочего подвержены такой деградации (Valentine et al., 2020). Помимо деградации среды обитания, в ближайшем будущем это выльется в серьезные последствия для жизнеобеспечения региона. Однако нецелесообразно полностью запрещать такую деятельность, поскольку люди в заповеднике зависят от леса.

По результатам нашего исследования мы предлагаем некоторые рекомендации для снижения антропогенной нагрузки и улучшения окружающей среды в заповеднике.

Выводы

Охрана природы в местах, где преобладает человеческое население, – это долгий и сложный процесс. Для снижения нагрузки от выпаса скота и добычи древесины мы рекомендуем следующие меры.

Низкую продуктивность поголовья скота компенсирует его высокая численность. Для сокращения поголовья необходимы программы по улучшению породы и использование таких научных подходов, как искусственное осеменение. Продвижение и финансирование выращивания кормовых культур также уменьшит зависимость домашнего скота от леса. Чтобы сократить и контролировать поголовье одичавшего скота, всех диких быков следует стерилизовать.

Уменьшение нагрузки от вырубок. Хотя добыча древесины в заповеднике запрещена в любом виде, местные жители все равно вырубают мелкие деревья и заготавливают дрова. Огромное количество дров используется для изготовления сгущенного молока (мава) и топленого масла (гхи). Наши исследования рекомендуют разработать программу для сбора и переработки молока в фермерских хозяйствах, чтобы сократить потребление древесины. Использование сжиженного нефтяного газа и эффективных печей (чулха) уменьшит зависимость людей от древесного топлива. Необходимо принять меры по улучшению нарушенных пастбищ, почв и экономии воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Aderinto R.F., Anoruo A.O., Machen R., Turner B.L. 2020. Can the Tragedy of the Commons be Avoided in Common-Pool Forage Resource Systems? An Application to Small-Holder Herding in the Semi-Arid Grazing Lands of Nigeria // *Sustainability*. Vol. 12. No. 15. P. 5947-5976.
- Al-Sagheer N.A., Prasad A.D., Prakash N.A. 2009. Impact of anthropogenic pressures on forest structure and species composition of moist deciduous forest in Thithimathi Range of Western Ghats, India // *The International Journal of Applied Agricultural Research*. Vol. 4. P. 131-149.
- Berkmuller K., Mukherjee S.K., Mishra B.K. 1990. Grazing and cutting pressure on Ranthambhore, National Park, India // *Environmental Conservation*. Vol. 17. P. 53-58.
- Champion H.G., Seth S.K. 1968. A Revised Survey of Forest Types of India, Govt. Of India Press, New Delhi. P. 404.
- Das P. D. 2011. Politics of Participatory Conservation: A Case of Kailadevi Wildlife Sanctuary, Rajasthan, India. PhD Thesis. SOAS, University of London [Available at <http://eprints.soas.ac.uk/14566> (Date of Access 03/01/2021)].
- Dash M., Behera B. 2018. Biodiversity conservation, relocation and socio-economic consequences: A case study of Similipal Tiger Reserve, India // *Land Use Policy*. Vol. 78. P. 327-337.
- Dhyani S., Maikhuri R.K., Dhyani D. 2020. Impact of anthropogenic interferences on species composition, regeneration and stand quality in moist temperate forests of Central Himalaya // *Tropical Ecology*. Vol. 60. P. 1-13.
- FAO and UNEP. 2020. The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome.
- Harihar A., Ghosh-Harihar M., Macmillan D.C. 2014. Human resettlement and tiger conservation – socio-economic assessment of pastoralists reveals a rare conservation opportunity in a human-dominated landscape // *Biological Conservation*. Vol. 169. P. 167-175.
- Jain P., Sajjad H. 2016. Analysis of willingness for relocation of the local communities living in the critical tiger habitat of the sariska tiger reserve, India // *Local Environment*. Vol. 21. No. 11. P. 1409-1419.
- Jhala Y.V., Qureshi Q., Nayak A.K. 2019. Status of tigers, co-predators and prey in India 2018. Summary Report. National Tiger Conservation Authority, Government of India, New Delhi and Wildlife Institute of India, Dehradun. TR No./2019/05.
- Johnson M.F., Karanth K.K., Weinthal E. 2018. Compensation as a policy for mitigating human-wildlife conflict around four protected areas in Rajasthan, India // *Conservation and Society*. Vol. 16. No. 3. P. 305-319.
- Karanth K.K., Gopalaswamy A.M., Defries R., Ballal N. 2012. Assessing patterns of human-wildlife conflicts and compensation around a central Indian protected area // *Plos one*. Vol. 7. No. 12. P. e50433. [Available at <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0050433> (Date of Access 03/01/2021)].

- Morgan D.L.* 1996. Focus groups as qualitative research. Vol. 16. Sage publications, New Delhi.
- Mukul S.A., Rashid A.M., Uddin M.B., Khan N.A.* 2016. Role of non-timber forest products in sustaining forest-based livelihoods and rural households' resilience capacity in and around protected area: a Bangladesh study // *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 59. No. 4, P. 628-642.
- Newton P., Miller D.C., Byenkya M.A.A., Agrawal A.* 2016. Who are forest-dependent people? A taxonomy to aid livelihood and land use decision-making in forested regions // *Land Use Policy*. Vol. 57. P. 388-395.
- Ninan K.N., Kontoleon A.* 2016. Valuing forest ecosystem services and disservices – Case study of a protected area in India // *Ecosystem Services*. Vol. 20. P. 1-14.
- Ranthambhore management plan Forest Department, Government of Rajasthan. 2015. P. 9-11.
- Rasal V., Everard M., Khandal D., Chandrawal K., Sahu Y.K.* 2021. Valuation of the ecosystem services provided by the Kailadevi Wildlife Sanctuary, Rajasthan, India // *PARKS*. Vol. 27. No. 1. May 2021. P. 13-24.
- Reddy G.V.* 2008. Debate Lessons from Two Local Extinctions: Sariska and Kailadevi (Ranthambhore) in Rajasthan, India // *Conservation and Society*. Vol. 6. No. 3. P. 256-262.
- Shah S., Nayak S., Gurjar R., Borah J.* 2015. Beyond the Realms of Ranthambhore: The Last Abode for Arid Zone Tigers // Status report of tiger and its prey in the Western India Tiger Landscape. Technical report, WWF-India. 65 p.
- Shahabuddin G., Kumar R.* 2006. Influence of anthropogenic disturbance on bird communities in a tropical dry forest: role of vegetation structure // *Animal Conservation*. Vol. 9. No. 4. P. 404-413.
- Singh M., Kumar V., Singh S.K., Kochewad S.A.* 2019. Management of grasslands in India: A policy perspective // *Agricultural Economics*. Vol. 6. No. 2. P. 63-66.
- Singh P., Reddy G.V.* 2016. Lost Tigers Plundered Forests: A report tracing the decline of the tiger across the state of Rajasthan (1900 to present). WWF-India, New Delhi. [Available at https://www.researchgate.net/publication/312498428_Lost_Tigers_Plundered_Forests_A_report_tracing_the_decline_of_the_tiger_across_the_state_of_Rajasthan_1900_to_present (Date of Access 03/01/2021)].
- Stewart D.W., Shamdasani P.N.* 2014. Focus groups: Theory and practice. Vol. 20. Sage publications, New Delhi. 204 p.
- Tadwalkar M.D., Joglekar A.M., Mhaskar M., Kanade R.B., Chavan B., Watve A.V., Patwardhan A.A.* 2012. Dispersal modes of woody species from the northern Western Ghats, India // *Tropical Ecology*. Vol. 53. No. 1. P. 53-67.
- Tooker J.F., O'Neal M.E., Rodriguez-Saona C.* 2020. Balancing disturbance and conservation in agroecosystems to improve biological control // *Annual Review of Entomology*. Vol. 65. P. 81-100.
- Vachana H.C., Uthappa A.R., Sathish B.N., Viswanath S., Kushalappa C.G.* 2015. Impact of Biotic Pressure on Regeneration in Tropical Wet Evergreen Forests in Central Western Ghats // *Forestry*. No. 4 (5). P. 3-6.
- Valentine M.E., McRoberts K.C., Cherney D.J.* 2021. Effect of goat management practices on animal nutrition and the environment in Western Odisha, India // *Cogent Food & Agriculture*. No. Jan. (1). [Available at <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1860561> (Date of Access 03/02/2021)].