
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ СЕНЕГАЛ

Сане Шейх Ахмед Тидиан, М.Г. Макарова

Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

В.Д. Скарятин

Российский государственный социальный университет
ул. Сталеваров, 30, Москва, Россия, 111531

В работе рассмотрены методические вопросы оценки и картографирования состояния растительности Республики Сенегал по ряду показателей, связанных с интенсивностью антропогенного воздействия и изменения степени увлажнения территории.

Ключевые слова: картографирование, потенциал пастбищ, потенциал лесов, потенциал сельскохозяйственных угодий.

Многолетние наблюдения за состоянием растительного покрова, используемого в качестве пастбищ и сенокосов в степной, полупустынной и пустынной зонах в пределах разных стран Сахеля, в том числе на территории республики Сенегал, дают основание считать: при рациональной организации использования растительности продуктивность ее сохраняется, при нерациональной (перегрузка пастбищ, нарушение сезонности выпаса) — происходит ее деградация и, как следствие, опустынивание. Опустынивание в конце XX в. стало одним из самых экологически значимых процессов в странах Северной Африки и привлекло к себе внимание ученых многих стран Европы [1—4]. Исследования, проведенные на территории некоторых стран Сахеля, позволили выработать ряд методических подходов к изучению состояния растительности. В данной работе представлены результаты оценки антропогенного воздействия на растительность Сенегала, проведенной на основе этих методических подходов [5].

Природно-климатические условия Сенегала и преимущественно аграрный характер экономики обуславливают тесную связь между типом ландшафта и характером использования территории и, следовательно, типом антропогенного воздействия. Поэтому исследования проводились в рамках предварительно выделенных на основе ландшафтно-климатических особенностей шесть экологических районов. Основная часть территории Сенегала в настоящее время занята саваннами. По мнению большинства ученых, эти саванны имеют антропогенное происхождение и в связи с аридизацией климата дальнейшая их судьба — постепенная ксерофитизация растительного покрова и наступление пустыни [2]. Северная часть Сенегала занята полупустынными сообществами, переходящими в пустыни, в самой южной части страны появляются лесные массивы. Каждому экологическому району присущ особый характер использования и занятости населения. Саванны в основном используются под пашню, полупустынная и пустынная зоны — в качестве пастбищ и сенокосов.

В соответствии с рекомендациями, разработанными для семиаридных и аридных ландшафтов Африки [1], в основе оценки деградации растительности лежит учет факторов, приводящих к ее деградации, которая выражается в изменениях потенциала растительности (количества биомассы). Сама оценка строится на определении потенциала растительности (количества биомассы) и его возможного или действительного изменения.

Причинами изменения потенциала растительности являются климатические изменения (для аридных и семиаридных условий это изменения степени увлажнения) и уровень антропогенного воздействия. Среди антропогенных причин деградации растительного покрова традиционно называют перевыпас скота и недостатки в организации земледелия. Перевыпас снижает продуктивность пастбищных угодий за счет изменения видового состава травостоя, выпадения ценных кормовых трав и замены их сорными, а при очень сильном воздействии происходит сокращение проективного покрытия травяного покрова, повышающего противозерозионную стойкость грунтов.

В сельскохозяйственных районах Сенегала, как и во всех странах Сахельской зоны большинство сельскохозяйственных культур выращиваются как монокультуры, что уменьшает потенциал почв и ведет к снижению биомассы. Циклы развития культур определяются влажным сезоном (3—4 месяца), а после уборки урожая почти все растительные остатки удаляются с поля; необрушенные растительные остатки подвергаются сплошной вспашке, создавая предпосылки для развития дефляции.

Степень антропогенного воздействия (антропогенное давление) рассматривается как функция плотности населения и пастбищной нагрузки. Антропогенное давление каждой группы нарушений можно выразить через отношение допустимой плотности нарушителей (число нарушителей на единицу площади) к фактической плотности нарушителей.

Так, при потенциале ландшафта, выдерживающего 2 единицы рогатого скота на 1 га и фактической его плотности, равной 4 единицам, давление скота на ландшафт будет равно 0,5.

Потенциал пастбищ в соответствии с методикой, предлагаемой для Сахельской зоны [2], оценивается по следующей формуле:

$$FC = aR + Y,$$

где FC — потенциал пастбища (количество биомассы на 1 га); R — среднее количество годовых осадков; a , Y — эмпирические региональные коэффициенты, равные соответственно 1,03 и 42,2.

Потенциал пастбищ зависит от количества осадков, так как они являются единственным источником влаги для региона и их колебания отражаются на продуктивности ландшафтов и, следовательно, на потенциале пастбищ, что и показывает предлагаемая формула. Осадки, в отличие от теплообеспеченности, для изучаемой территории являются таким климатическим параметром, который очень непостоянен. В аридных и семиаридных районах резкие колебания количества осадков в последние десятилетия XX в. привели к существенным изменениям социально-экологических условий стран Сахеля и явились одной из причин экологических кризисов в ряде стран этого региона.

При исследованиях состояния растительного покрова Сенегала был проанализирован ход осадков за период с 1966 по 2008 гг. по данным шести репрезентативных для каждого экологического района Сенегала метеостанций, на основании этих данных рассчитан потенциал пастбищ в этом временном интервале. Сравнение метеорологических данных за каждый год с осредненными значениями для каждого района позволило выявить несколько сухих и экстремально сухих периодов (1970—1974 гг., 1976—1979 гг., 1989—1993 гг.). В эти годы на каждой метеостанции количество осадков было меньше среднего для данного периода. Кроме того, можно выделить отдельные периоды, или годы, для которых характерно уменьшение количества осадков для нескольких метеостанций (1968 г., 1982—1986 гг., 2002 г., 2004 г., 2007г.) (рис. 1).

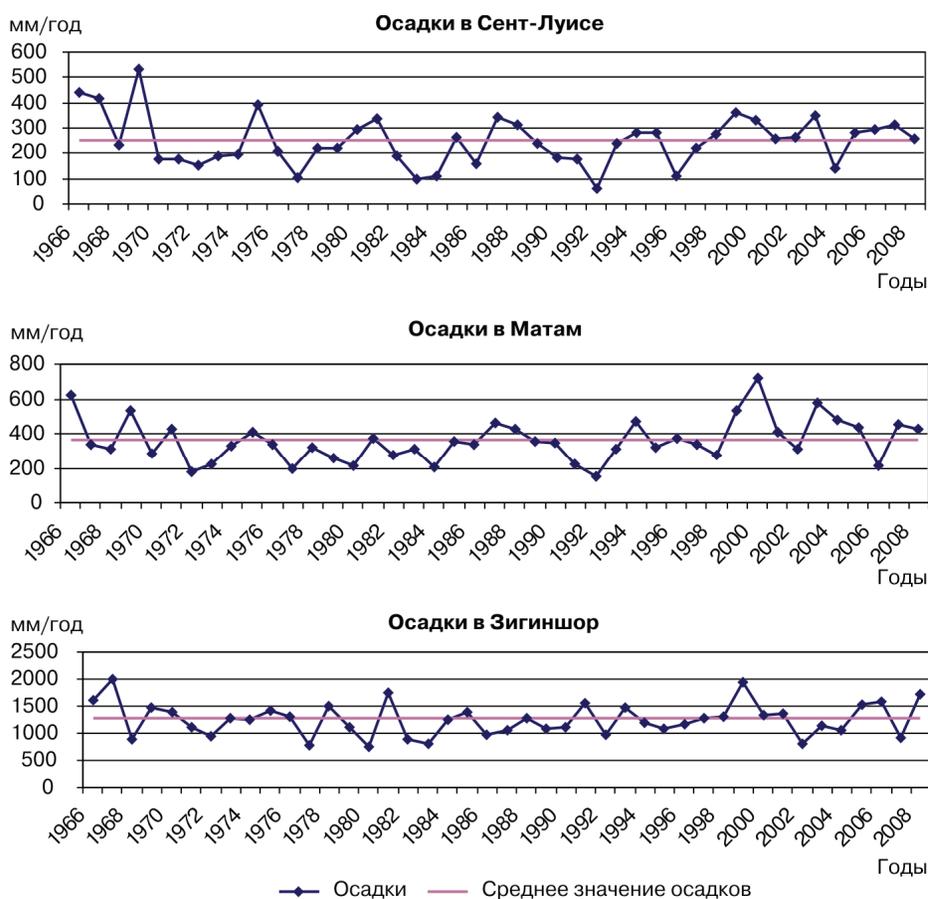


Рис. 1. Ход осадков на трех станциях (Сент-Луис, Матам и Зигиншор)

Сопоставление данных о колебаниях среднегодовых значений осадков показывает, что чем в более аридных ландшафтах расположена метеостанция, тем более значительны колебания осадков, уязвима растительность этих ландшафтов.

Это в полной мере подтверждается расчетом потенциала пастбищ (табл. 1).

Таблица 1

Значения потенциала пастбища (FC=1,03 R+42,2) для основных экологических районов Республики Сенегал

Год	Потенциал пастбищ по экологическим районам, кг/га					
	Сент-Луис	Дакар	Матам	Каолак	Зигиншор	Тамба
1966	493,9	655,1	684,6	1 016,4	1 694,1	1 157,3
1967	470,2	964,4	393,4	912,2	2 108,8	834,4
1968	282,6	309,7	358,9	598,2	951,2	844,3
1969	589,1	816,0	592,2	797,1	1 546,7	882,1
1970	227,4	224,5	331,6	533,6	1 482,4	595,2
1971	224,5	419,9	486,1	916,7	1 173,8	1 060,0
1972	198,8	158,8	222,5	536,4	1 022,6	693,8
1973	238,3	337,8	267,8	495,6	1 370,3	781,8
1974	244,9	419,5	379,5	607,2	1 319,8	1 013,4
1975	443,2	623,1	461,9	612,5	1 501,9	961,8
1976	254,1	441,6	386,7	528,8	1 377,6	727,8
1977	147,6	218,5	242,0	517,1	856,2	662,6
1978	271,6	375,3	370,5	700,3	1 601,0	789,6
1979	269,3	393,5	309,5	568,0	1 172,7	801,4
1980	345,3	431,3	266,2	472,8	810,2	679,5
1981	388,1	390,5	424,1	650,1	1 836,4	1 096,4
1982	239,2	361,0	326,7	716,1	967,2	977,2
1983	144,9	201,7	363,0	356,1	884,6	673,2
1984	154,6	283,6	256,0	645,6	1 316,2	1 041,6
1985	311,3	564,5	406,4	711,5	1 465,4	1 201,4
1986	205,4	443,7	391,3	697,9	1 046,7	1 032,5
1987	395,2	498,5	515,3	609,6	1 116,1	1 251,0
1988	361,6	514,5	478,3	727,2	1 364,5	1 617,6
1989	290,3	655,5	409,4	780,4	1 144,6	1 411,6
1990	230,1	319,2	403,1	510,1	1 185,9	1 303,3
1991	227,3	324,7	273,5	519,4	1 638,9	913,3
1992	102,6	239,2	198,2	580,0	1 040,1	985,6
1993	288,2	377,9	361,5	619,6	1 568,4	1 273,9
1994	335,0	300,0	526,4	682,0	1 281,8	1 493,9
1995	332,7	512,6	369,7	508,9	1 170,5	1 238,6
1996	156,3	510,9	422,2	513,1	1 233,6	1 133,2
1997	269,0	250,1	391,9	573,1	1 362,1	1 154,0
1998	323,2	393,9	326,6	489,1	1 389,5	1 136,1
1999	414,6	543,0	593,4	946,3	2 046,7	938,2
2000	381,4	521,9	780,7	796,2	1 411,8	1 939,5
2001	305,8	332,9	466,9	685,2	1 451,9	573,3
2002	311,9	376,4	365,7	645,7	878,3	930,7
2003	402,5	469,8	638,2	594,0	1 218,4	1 140,9
2004	186,1	277,2	536,3	639,7	1 134,9	813,1
2005	332,1	725,5	495,3	832,5	1 619,5	905,6
2006	345,6	475,9	264,1	877,8	1 663,4	638,3
2007	362,2	316,3	509,2	544,8	989,5	685,0
2008	306,9	569,0	478,5	701,2	1 826,9	941,3

Другим важным параметром оценки потенциала для пастбищ является влияние (давление) животных на пастбища. Это влияние оценивается путем сравнения потенциально допустимой плотности скота на единицу площади и фактической плотности. При расчете этого показателя нами был использован подход, приведенный в работе [3].

Под потенциально допустимой плотностью скота понимается количество животных разных видов, которые потребят всю биомассу, имеющуюся на единице

площади (1 га). Значение потенциальной допустимой плотности скота будет равно отношению потенциала пастбища на количество биомассы, потребляемого одной «тропической единицей скота» (UDT) (табл. 2).

Таблица 2

Значения потенциальной плотности скота для рассчитанного потенциала пастбищ

Потенциал пастбища (кг/га)	Значения потенциальной плотности скота (УВТ/га)
0—300	0,005
300—500	0,15
500—700	0,25
700—800	0,35
>800	0,4

В результате составлена карта потенциальной плотности скота со значениями потенциальной плотности скота: 0,005—0,15; 0,15—0,25; 0,25—0,35; 0,35—0,4; > 0.

Таким образом, можно сделать расчет давления животных на пастбища, которое выражается как отношение потенциальной плотности скота к реальной. Если это отношение меньше единицы, то давление превышает потенциал пастбища. Полученные данные были использованы для составления карты «Влияние (давление) сельскохозяйственных животных на пастбища». Данные о количестве скота были взяты из статистических справочников Республики Сенегал. При этом статические данные о каждом виде скота были пересчитаны в УВТ.

Как видно из приведенного графика (рис. 2), в отдельные годы значения потенциала плотности скота равны или близки к нулевому. Эти «провалы» соответствуют тем периодам, которые в кривых осадков соответствуют засушливым или крайне засушливым годам. Данный график построен для самого аридного района Сенегала, Сент-Луиса. Здесь дефицит осадков вызывает очень резкое снижение потенциального количества биомассы. В более южных районах, которые являются менее засушливыми, колебания потенциала пастбищ выражены не столь отчетливо.

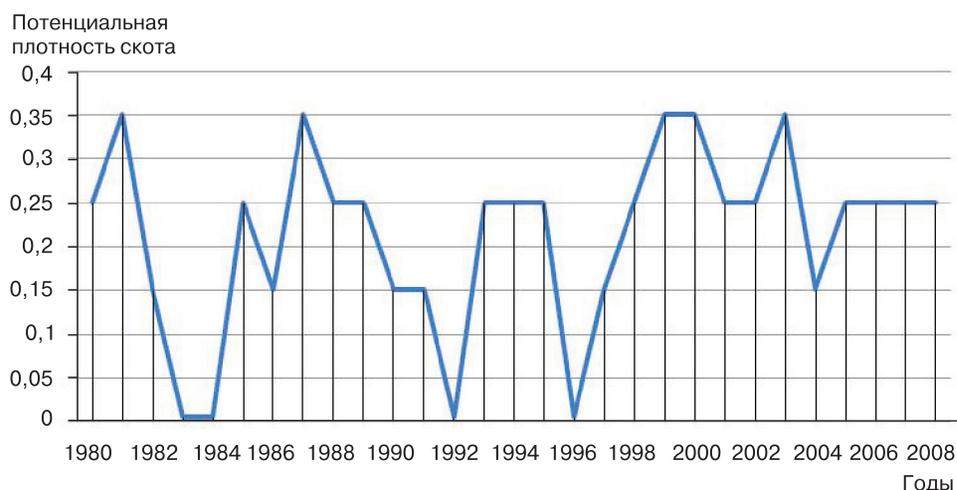


Рис. 2. График изменения потенциальной плотности скота (1980—2008 гг.)

Скотоводство в Сенегале кочевое, при котором животные сами находят корм. Это позволяет считать, что данный график отражает не только потенциально допустимое количество голов скота на единицу площади экосистемы, но и близкую к реальной численность скота для каждой зоны. Важно отметить, что благодаря кочевой системе скотоводства нулевое значение УВТ/Т (т.е. потенциальная плотность скота) не обязательно означает полную гибель скота. Скорее всего, скот перемещается в другие, более благоприятные районы на юге страны.

Этот вывод подтверждается расчетами для других менее аридных районов страны (Дакар, Каолак, Матам, Тамба и Зигиншор). В этих районах также происходят колебания потенциальной продуктивности пастбищ, следовательно, меняется потенциально допустимая плотность скота. Эти колебания в целом совпадают для всех районов страны, различаясь лишь величиной отклонения значений от средних. Синхронность снижений потенциала пастбищ при одновременном увеличении пастбищной нагрузки из-за отгона скота из северных районов, очевидно, является причиной того, что и в южных, более благополучных с точки зрения опустынивания районах этот процесс также усиливается.

В южных районах развитию процессов деградации растительного покрова способствует земледелие. Влияние этого процесса рассмотрено через понятие потенциала сельскохозяйственных земель, который связан с урожайностью сельскохозяйственных культур. В Сенегале, как правило, культивируются вместе разные сельскохозяйственные культуры даже в пределах небольшой площади. Поэтому общий потенциал земель оценивался с учетом потенциала каждой культуры в отдельности. Для картографирования потенциала сельскохозяйственных земель использованы статистические данные из справочника министерства сельского хозяйства страны, в котором проведены данные о производстве каждой из зерновых культур в пределах административных районов. Используются также данные по плотности сельских жителей в пределах административных районов. Далее вычислена урожайность зерновых культур в каждом районе. Она вычисляется для всей территории административного района, а не относительно площадей, занимаемых сельскохозяйственными землями, так как этих данных нет. Полученные показатели использованы для составления карты потенциала (урожайности) сельскохозяйственных земель по следующей шкале: 0—2; 2—8; 8—15; 15—25; 25—34 (т/км²).

Состояние сельскохозяйственных ландшафтов зависит от демографического давления на сельскохозяйственные земли. Этот показатель рассчитывался как отношение потенциальной плотности населения к фактической плотности населения. Так как в силу экономических особенностей страны (аграрной с практическим отсутствием экспорта сельскохозяйственной продукции) потенциальная плотность населения определяется как количество жителей, удовлетворяющихся потреблением всех возделываемых сельскохозяйственных культур с единицы площади (1 га). Она рассчитывается как отношение годовой продуктивности сельскохозяйственных культур с единицы площади к потребностям одного человека в год. Для Сене-

гала последняя величина оценивается в 250 кг/год. Рассчитанные данные позволили построить карту потенциальной плотности населения со шкалой 0—11; 11—34; 34—62; 62—103; 103—134 (человек на км²).

Данные о фактической плотности населения были определены по переписи населения страны 2002 г. с пересчетом на требуемый год с учетом естественно-го прироста населения (он относительно стабилен в рассматриваемый период). По полученным результатам составлена карта демографического давления на сельскохозяйственные земли со следующими классами: слабое 2,6—4; умеренное (1—2,6); сильное (0,5—1); очень сильное (0—0,5).

Описанный выше алгоритм был использован также и для выявления демографического давления на леса. Потенциал лесных ресурсов понимался как количество леса на единицу площади (в м³/км²/год). Потенциальная плотность населения относительно продуктивности лесов равна отношению потенциала лесных ресурсов на количество потребляемых лесов одним человеком на данной территории. Таким образом, демографическое давление представляет собой число людей, обеспечивающих свои энергетические потребности определенным количеством леса с единицы площади в год.

Данные о продуктивности лесов Сенегала брались в обобщенном виде по литературным данным для разных физико-географических районов, в пределах которых расположен Сенегал. Эти данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Продуктивность и потребление лесов в регионах западной Африки в пределах Сенегала

Регионы разной степени аридности (физико-географические районы)	Продуктивность и потребление лесов			
	продуктивность, м ³ /км ² /год	потребление, м ³ /человек/год	допустимая потенциальная плотность населения относительно продуктивности лесов, человек/км ²	Реальная плотность населения человек/км ²
Сахарский	0,01	0,5	—	0,3
Сахельско-сахарский	0,01	0,5	—	2
Сахельский	0,4	0,6	1	7
Сахельско-суданский	6,5	0,6	10	23
Суданский	13,8	0,7	20	21

Составленная карта потенциала лесных массивов страны имеет следующую шкалу: 0—0,4; 0,4—6,5; 6,5—13,8; >13, 8 (м³/км/год). Плотность населения относительно лесных массивов страны имеет следующую шкалу: 0—1; 1—10; 10—20; > 20 человек/км². Она показывает, что районы, расположенные в двух зонах (Сахарской и Сахело-Сахарской), где потенциальная плотность населения относительно лесных массивов равна нулю, не выдерживают антропогенного воздействия в виде рубки лесов.

Карта демографического давления на лесные массивы Сенегала разделяет страну на районы со следующими показателями: очень сильное (0—0,5), сильное (0,5—1), умеренное (1—2, 6), слабое (2,6—4) давление.

Итогом работы явилась карта антропогенного давления на растительность. Она показывает степень деградации растительного покрова от антропогенных воздействий и учитывает следующие факторы: влияние человека на сельскохозяйственные земли, лесные массивы, а также влияние животных на пастбища. Деградация растительного покрова оценивается как интегральный показатель оценок каждого фактора воздействий в баллах — от 1 до 4. 1 балл (минимальное воздействие) присваивается территории, для которой все факторы оцениваются минимально. Соответственно усиление воздействия каждого из факторов приводит к увеличению степени воздействия до сильного (4 балла).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Methodes provisoires d'evaluation et de cartographie de la desertification*. — Rome, FAO-PNUE, 1984. — P. 46.
- [2] *Bonfils M. Halte a la desertification au sahel: guide methodologique*. — Karthala: Paris, 1987.
- [3] *Bourgoin, Jacque. La desertification dans les zones Sahelienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest*. — Banque mondiale, 1985.
- [4] *Cloudsley-Thompson J.L. Sahara desert*. HRH the Duke of Edinburgh, Oxford, 1990.
- [5] *Mapping and remote sensing tools for the 21st century — conference and exposition August 26—29, 1994, Washington, Dc*.

MAPPING OF DEGRADATION OF THE VEGETATION OF REPUBLIC SENEGAL

Sane Chex Amed Tidian, M.G. Makarova

Ecological Faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Podolskoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

V.D. Skaryatin

Russian state social university
Stalevarove str., 30, Moscow, Russia, 111531

The article deals with the methodic of estimation and mapping of the state of vegetation of Republic Senegal by some characteristic connected with anthropogenic influence and difference of humidity of territory.

Key words: mapping, potential of the pastures, potential of the forests, potential of the agricultural territories.