## Учредители: Уральское отделение РАН Оренбургский научный центр УрО РАН

## Бюллетень Оренбургского научного цент<mark>ра</mark> УрО РАН



2015 \* Nº 4

Электронный журнал On-line версия журнала на сайте http://www.elmag.uran.ru © В.М. Павлейчик, 2015

УДК 502.57 (252.51): 614.84

В.М. Павлейчик

# ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА ПОЖАРОВ НА ЗАПОВЕДНОМ УЧАСТКЕ «БУРТИНСКАЯ СТЕПЬ»

Институт степи Уральского отделения РАН, Оренбург, Россия

*Цель*. Разработка принципов построения системы послепожарного мониторинга, основанных на данных о пространственной и многолетней структуре степных пожаров.

Материалы и методы. В качестве исходных материалов были использованы космические изображения спутников Landsat за многолетний период, с 1983 года по настоящее время. На их основе была сформирована геоинформационная база данных, включающая многолетние сведения о площадях и дате пожаров.

Результаты. На основе фактических данных о степных пожарах, наблюдавшихся в пределах заповедного участка «Буртинская степь» и на прилегающих осваиваемых территориях, выявлены важнейшие пространственно-временные закономерности развития пожарных явлений. Оценены параметры многолетней динамики, сезонности и периодичности пожаров. Проведена дифференциация территории по степени подверженности пожарам.

Заключение. Активизации пожаров и усилению угрозы их распространения на заповедную территорию в первую очередь благоприятствует формирование фонда малоиспользуемых земель на прилегающих территорий. На основе полученных данных разработаны основные принципы построения систем послепожарного мониторинга в степных регионах.

Ключевые слова: степные пожары, заповедник, мониторинг, активизация.

#### V.M. Pavleychik

## SPATIAL AND TEMPORAL STRUCTURE OF FIRES ON RESERVED AREAS "BURTINSKAYA STEPPE"

Institute of Steppe UrB RAS, Orenburg, Russia

*Objective*. Development of the principles of constructing a system of post-fire monitoring based on data on the spatial and long-term structure of steppe fires.

*Materials and methods*. The main raw materials were used imagery Landsat satellites over many years, from 1983 to the present. Thus it was formed GIS database containing information on long-term areas of fires and date.

*Results.* It revealed important spatial and temporal parameters of the fires within the protected area "Burtinskaya Steppe" and adjacent reclaimed territories. The parameters of the long-term dynamics, seasonality and frequency of fires. The differentiation of territory by degree of exposure to fire.

Conclusions. Activation of fires and increased threats to their distribution on the protected area primarily favors the formation of the fund under-utilized land in the surrounding areas. Based on the data developed by the basic principles of construction of systems of post-fire monitoring in the steppe regions

*Keywords:* grass fires, nature reserve, monitoring, activation.

### Введение

Внимание исследователей традиционно обращено на оценку воздействия пожаров на биотические компоненты [1-4]. По мере формирования сети степных резерватов обозначились проблемы накопления растительной ветоши, организации мониторинга и профилактики пожаров [5]. В этой связи в рамках Проекта ПРООН/ГЭФ «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России» в 2015 году был реализован проект «Составление программы и заложение основы послепожарного мониторинга степных экосистем на участке "Буртинская степь" заповедника "Оренбургский"».

Целью первоначального этапа исследований стала разработка принципов построения системы послепожарного мониторинга, основанных на данных о пространственной и многолетней структуре степных пожаров.

При изучении различного рода экологических последствий пожаров, наблюдавщихся как в пределах участка заповедника, так и на прилегающих территориях, следует учитывать тот факт, что пожары являются характерным явлением степных регионов [6]. Биоценозы, принимаемые в качестве квазиестественных (в сравниваемых мониторинговых площадках), отражают восстановительные процессы 25-летнего заповедного режима после хозяйственного интенсивного использования территории, также систематических пожаров, наблюдаемых последствия различной периодичностью. Поэтому формируемая система мониторинга не должна ограничиваться сравнением горелых и негорелых территорий (скажем, после пожара 2014 г.), а исходить последнего ИЗ результатов пространственных и временных закономерностей проявления пожаров.

Выбор территорий для постоянных мониторинговых площадок на основе только последнего пожара, позволяет получить лишь результаты по краткосрочным (наиболее контрастным в сравниваемых парах) этапам восстановительных преобразований. Это делает постоянное расположение мониторинговых площадок неактуальным через определенный промежуток времени — до относительно полного завершения сукцессий, либо (скорее всего) до прохождения нового пожара.

Исходя из этого, в ходе сравнительного анализа данных по смежным горелым и негорелым участкам следует учитывать:

- длительность сукцессий (давность воздействия пожаров);

- даты пожаров и соответствующее сезонное состояние биоценоза;
- погодно-метеорологические условия в последующее после пожаров время, определяющие благоприятность восстановительных процессов для тех или иных компонентов биоценоза;
- стадию постпирогенных сукцессий, выражающуюся в достижении биоценоза (или его отдельных компонентов) определенной стадии развития;
- дифференциацию территории по степени подверженности пожарным явлениям (количество и периодичность пожаров) и возможные экологические последствия от эффекта «накопленных» пожаров за многолетний период.

По своему функциональному содержанию закладываемая система мониторинга должна охватывать как краткосрочные постпирогенные сукцессии, так и общие тенденции в развитии биоценозов, обусловленные, в том числе, современной динамикой пожарных явлений.

Вышесказанное свидетельствует о необходимости на предварительном этапе исследований проведения анализа пространственной и временной структуры пожаров [7].

## Материалы и методы

Для реализации данного направления исследований был сформирован блок данных, содержащий сведения о пожарах за период с года организации государственного природного заповедника «Оренбургский» по настоящее время на участке «Буртинская степь».

Одной из задач являлось получение по возможности максимально достоверной информации о времени и площади пожаров. Основным ресурсом стал архив данных со спутников Landsat [8], открытый для свободного доступа с 2008-2009 гг., и предоставляющий возможность работы с изображениями, полученными с начала 80-х годов прошлого века по настоящее время. Помимо них, в большей степени в качестве дополнительных материалов, были рассмотрены глазомерные съемки границ пожаров, составленные инспекторами участка.

Границы гарей визуализировались по космическим изображениям в ручном режиме при помощи графического редактора. Следует сразу отметить, что по двум пожарам 1997 и 2003 годов полученные границы гарей могут быть не вполне корректными, так как были использованы единственно

доступные космоснимки, значительно удаленные по времени от даты пожаров, что естественно снижало контрастность цветового тона между горелыми и негорелыми участками. Границы достоверно выявленных гарей в пределах заповедника дополнительно оцифровывались в МарInfo и сохранялись в виде \*.tab файлов.

Информация 0 дате пожаров, произошедших территории на заповедника, фиксируется в летописи. По пожарам на прилегающих участках дата определялась по информации заповедника (в случаях, когда пожар доходил ДО минерализованной полосы), ПО данным оперативного пожаров СканЭкс (геопортал «Космоснимки»), а также мониторинга приблизительно по дате космоснимка.

Опытным путем было выявлено, что для полноценного отображения границ гарей (в аспекте года) необходимо как минимум 4-5 относительно безоблачных изображений, равномерно охватывающих пожароопасный период года. Таким образом, с учетом длительности зарастания гарей наиболее поздняя дата космоснимков, по которым можно было бы проследить весенние (апрельские) пожары, – вторая половина мая (примерно 140-й день года), а наиболее ранняя дата по осенним пожарам – серединаконец октября (260-270-й дни года).

### Результаты и обсуждение

По полученным картографическим данным подготовлена схема «давности» пожаров (рис. 1), отображающая дифференциацию рассматриваемой территории по датам последних пожаров. Эту схему можно использовать в качестве основы при закладке мониторинговых пар площадок.

Из приведенных схем также можно сделать выводы о том, что обустройство минерализованной полосы по границе участка позволило частично решить проблему пожаров в условиях заповедного режима – в отдельные годы (2005, 2006, 2008, 2010) распашка ограждала от проникновения огня. Тем не менее, в части случаев (1995, 1998, 2003, 2009, 2014) пожар беспрепятственно проникал на территорию заповедника; распространение огня лимитировалось как противопожарными действиями инспекторов, так и погодными условиями.

Сезонность пожаров, отмеченных на участке заповедника, полностью обусловлена временем прохождения приходящих пожаров. По многолетним

данным наиболее отчетливо и постоянно выделяется позднелетний пик активизации пожаров (август-сентябрь). Апрельские пожары обычно менее значимы, но в некоторые годы (1995) даже преобладают над пожарами в другие месяцы. В условиях разнообразия экотопов и различной степени сухости растительного покрова ранней весной огонь продвигается весьма избирательно, формируя сложный извилистый (языковатый) рисунок.

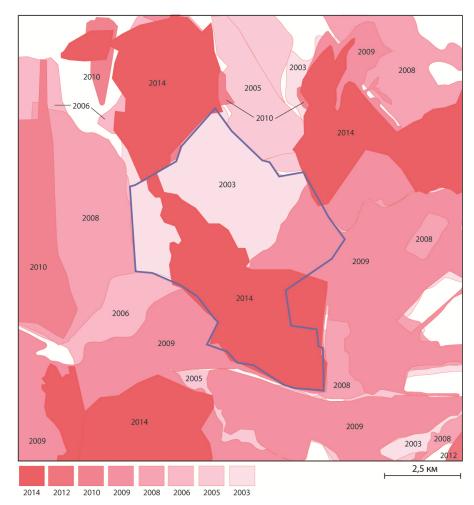


Рис. 1. Контуры гарей последних пожаров.

Анализ распространения пожаров свидетельствует о том, что подавляющее их большинство — «приходящие» с прилегающих территорий, отличающихся невысокой сельскохозяйственной нагрузкой.

О довольно высокой степени потенциальной подверженности пожарам косвенно свидетельствует проведенный ранее анализ [9] положения участков заповедника «Оренбургский» относительно структуры ландшафтно-экологического каркаса (рис. 2), отображающей дифференциацию территории по степени антропогенной трансформированности. По приведенной схеме отчетливо наблюдается срединное положение участка заповедника в рай-

оне слабо используемых земель, отсеченном возделываемыми пашнями лишь с северной стороны от долины р. Урал. Эти слабо освоенные земли с восстанавливающейся растительностью (разновозрастные залежи, пастбища) представляют собой потенциально пожароопасные территории.

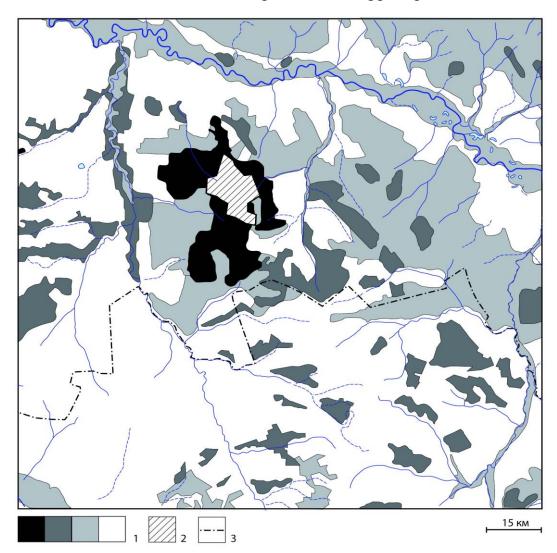


Рис. 2. Дифференциация территории, прилегающей к «Буртинской степи» по степени антропогенной трансформации. *Обозначения:* 1 — нарастание доли антропогенно трансформированных земель; 2 — участок «Буртинская степь» заповедника «Оренбургский»; 3 — российско-казахстанская граница.

Преобладающими направлениями «приходящих» пожаров являются северо-западная (возвышенность Кармен, долина руч. Тузлукколь и оз. Косколь) и восточная (склон долины р. Бурля) окраины участка. К южной части заповедника примыкает грейдерная автодорога Карагач — Воздвиженка (нежил.), которая отсекает пожары, приходящие с этого направления. Тем неменее, неосторожное обращение с огнем проезжающих (выброшенные сига-

реты) может служить причиной возгорания в непосредственной близости от участка. Примыкающие к границе с СВ и ЮВ сельскохозяйственные поля практически не подвержены возгораниям, но в редких случаях являются первичными очагами возгораний, что, вероятно, связано с проводимыми палами стерни, сжиганием старых стогов соломы и другими мероприятиями.

Таким образом, территория Буртинской степи в значительной мере и на значительном протяжении открыта пожарным явлениям, периодически возникающим на прилегающих территориях.

В разрезе годовых совокупных пожаров отмечаются следующие различия между заповедным участком и прилегающими территориями, а также общие тенденции в многолетнем распространении пожаров (рис. 3):

- общее повышение периодичности возникновения пожаров с середины 1990-х годов;
  - нарастание площадей как совокупных годовых, так и частных пожаров;
- значительное превышение доли пожаров на заповедном участке (по сравнению с прилегающими территориями) с 1991 г. по 2003 г., позднее до настоящего времени выравнивание этих показателей.

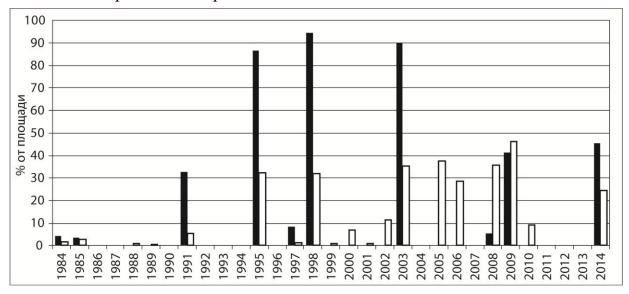


Рис. 3. Доли (%) заповедного участка (черный) и прилегающей территории (белый) в многолетнем разрезе, подвергшихся пожарам.

Отображение всех пожаров на едином изображении (рис. 4) позволяет выявить закономерности пространственного развития пожаров, дифференцируя территорию по степени «горимости» – количеству совокупных пожаров за рассматриваемый период. Отчетливо выделяются пахотные угодья, которые либо вообще не подвержены пожарам, либо последние зафиксированы

единоразово.

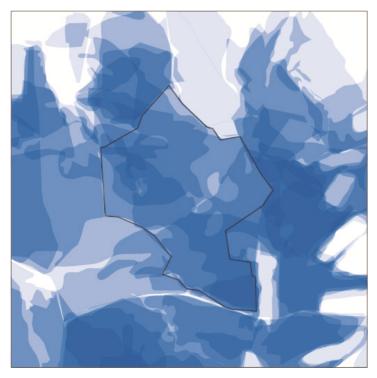


Рис. 4. Совокупные гари за 1991-2014 гг.

Сравнение совокупной многолетней подверженности пожарам на сельскохозяйственных угодьях (за исключением пашни) и на заповедной территории (таблица) показывает на существенные различия.

Таблица. Распределение совокупных площадей гарей по количеству пожаров в условиях заповедного режима и хозяйственного использования (без площади пашни)

Количество	Сенокосные и пастбищные		Заповедная территория	
пожаров за 1991-	угодья			
2014 годы	площадь, км²	%	площадь, км²	%
0	30,1	15,9	0,0	0
1	70,4	37,3	0,0	0
2	38,2	20,2	1,1	2,4
3	41,7	22,0	7,2	16,0
4	6,0	3,2	22,3	49,6
5	2,4	1,2	13,5	30,0
6	0,0	0,0	0,9	2,0

Если на освоенных участках большая часть территории (95,4%) подвергалась воздействиям 0-3 пожаров, то практически весь заповедник (95,6%) горел 3-5 раз за 24 года. Соответственно средняя периодичность пожаров со-

ставляет 1 раз каждые 10-12 лет для освоенных и каждые 5-6 лет для заповедных территорий.

С учетом того, что восстановление растительных сообществ после пожара в среднем оценивается в 8-10 лет [1, 5], получается, что в условиях заповедного режима степная растительность находится в постоянном состоянии постпирогенной сукцессии. Интенсивность накопления растительной ветоши и подстилки в количестве, достаточном для устойчивого горения на значительных площадях, на заповедных территориях значительно превышает скорость восстановительных сукцессий.

Приведенные ниже схемы (рис. 5) демонстрируют смену условий, в которых находится заповедная территория.

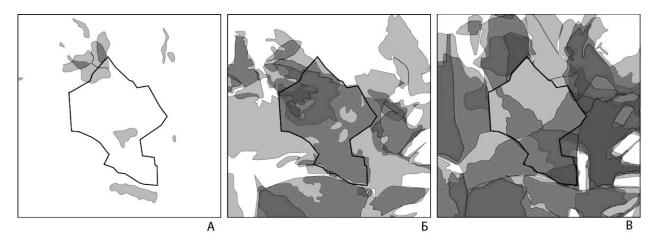


Рис. 5. Распределение совокупных площадей гарей за 6-летний (до организации заповедника) и 12-летние периоды.

До создания заповедника пожары были немногочисленны и имели весьма ограниченную площадь в связи с повсеместно наблюдаемой паст-бищной деградацией угодий. Практически одновременно происходившее исключение сельскохозяйственного использования земель в пределах заповедника и сокращение нагрузки на смежных территориях привело к восстановлению растительного покрова, накоплению сухой ветоши и подстилки. Если в период 1991-2002 гг. заповедник представлял собой один из участков, наиболее подверженных пожарам, то в последние 12 лет количество возгораний на территории заповедника и за его пределами стали практически сопоставимы. В связи с этим можно констатировать, что угроза перехода огня с прилегающих территорий в последнее десятилетие значительно увеличилась.

#### Заключение

Проведенный анализ позволил выявить основные параметры простран-

ственного развития пожарных явлений и современные тенденции их развития в условиях степных заповедных территорий:

- 1. Время создания заповедника совпало с общей тенденцией к сокращению сельскохозяйственного производства в России и Казахстане. Это привело к формированию фонда мало востребованных земель с активным восстановлением на них растительного покрова, накоплением растительной ветоши и подстилки. В результате отчетливо наблюдается тенденция к увеличению частоты возникновения и площадей распространения степных пожаров на прилегающих к заповеднику территориях, что не может ни приводить к возгораниям в пределах заповедника;
- 2. Анализ пространственно-временных закономерностей развития пожаров свидетельствует об увеличении периодичности пожаров до такой степени, что растительность заповедных территорий не успевает полностью восстанавливаться за промежуток времени между пожарами. Поэтому вполне вероятно, что «накопленные» экологические последствия от частых пожаров могут выйти на качественно новый уровень, сопровождаясь разнообразными системными изменениями в структуре степных биоценозов;
- 3. Современные подходы в заповедном деле, исключающие любую хозяйственную деятельность в пределах степных заповедников, приводят к формированию состояния, при котором распространение пожаров на их территориях становятся лишь вопросом времени. Создание минерализованных полос лишь отчасти решает эту проблему.

Полученные выводы в практическом аспекте свидетельствуют о необходимости расширения буферной полосы вдоль границ заповедника до таких параметров, которые не позволят перекинуться огню с прилегающих территорий на заповедный участок. Такая буферная зона должна содержать существующую минерализованную и дополнительную периодически выкашиваемую полосу.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1. Иванов В.В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова. М.-Л.: АН СССР, 1958. 228 с.
- 2. Родин Л.Е. Пирогенный фактор и растительность аридной зоны // Ботанический журнал, 1981. Вып. 66: 1673-1684.
- 3. Опарин М.Л., Опарина О.С. Влияние палов на динамику степной растительности // Поволжский экологический журнал, 2003. № 2: 158-171.
- 4. Ильина В.Н. Пирогеннное воздействие на растительный покров // Самарская Лука:

- проблемы региональной и глобальной экологии. Самара, 2011. Т.20, №2: 4-30
- 5. Буйволов Ю.А, Быкова Е.П. и др. Анализ отечественного и зарубежного опыта управления пожарами в степях и связанных с ними экосистемах, в частности, в условиях ООПТ. [Электронный ресурс]. (Url: <a href="http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/docs/">http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/docs/</a> pozhar/ fires-in-steppe\_review 21012012.pdf дата обращения 03.10.2014)
- 6. Тишков А.А. Пожары в степях и саваннах. Вопросы степеведения. Вып. VII. Оренбург, 2009: 79-83.
- 7. Павлейчик В.М. Проблемы изучения степных пожаров (анализ результатов автоматизированного детектирования и визуального дешифрирования космических изображений). Матер. VII междунар. симпоз. «Степи Северной Евразии» (27-30 мая 2015 г.). Оренбург, 2015: 601-603
- 8. Архив космических изображений спутников Landsat Геологической службы США. [Электронный ресурс]. (Url: http://glovis.usgs.gov/ дата обращения 25.08.2014)
- 9. Павлейчик В.М. Проблемы территориальной охраны степных экосистем и формирования ландшафтно-экологического каркаса Оренбургской области. Труды Государственного природного заповедника «Оренбургский». Вып.1, Оренбург: ИПК «Газпромпечать», 2014: 124-130.

Поступила 7.10.2015

(Контактная информация: Павлейчик Владимир Михайлович – к.г.н., заведующий лабораторией Института степи УрО РАН; адрес: 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11, тел./факс 8 (3532) 774432, 776247; e-mail: pavleychik@rambler.ru)

#### **LITERATURA**

- 1. Ivanov V.V. Stepi Zapadnogo Kazahstana v svjazi s dinamikoj ih pokrova. M.-L.: AN SSSR, 1958. 228 s.
- 2. Rodin L.E. Pirogennyj faktor i rastitel'nost' aridnoj zony // Botanicheskij zhurnal, 1981. Vyp. 66: 1673-1684.
- 3. Oparin M.L., Oparina O.S. Vlijanie palov na dinamiku stepnoj rastitel'nosti // Povolzhskij jekologicheskij zhurnal, 2003. № 2: 158-171.
- 4. Il'ina V.N. Pirogennnoe vozdejstvie na rastitel'nyj pokrov // Samarskaja Luka: problemy regional'noj i global'noj jekologii. Samara, 2011. T.20, №2: 4-30
- 5. Bujvolov Ju.A, Bykova E.P. i dr. Analiz otechestvennogo i zarubezhnogo opyta uprav-lenija pozharami v stepjah i svjazannyh s nimi jekosistemah, v chastnosti, v uslovijah OOPT. [Jelektronnyj resurs]. (Url: http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/docs/ pozhar/ fires-insteppe\_review 21012012.pdf data obrashhenija 03.10.2014)
- 6. Tishkov A.A. Pozhary v stepjah i savannah. Voprosy stepevedenija. Vyp. VII. Orenburg, 2009: 79-83.
- 7. Pavlejchik V.M. Problemy izuchenija stepnyh pozharov (analiz rezul'tatov avtomati-zirovannogo detektirovanija i vizual'nogo deshifrirovanija kosmicheskih izobrazhenij). Mater. VII mezhdunar. simpoz. «Stepi Severnoj Evrazii» (27-30 maja 2015 g.). Orenburg, 2015: 601-603
- 8. Arhiv kosmicheskih izobrazhenij sputnikov Landsat Geologicheskoj sluzhby SShA. [Jelektronnyj resurs]. (Url: http://glovis.usgs.gov/ data obrashhenija 25.08.2014)
- 9. Pavlejchik V.M. Problemy territorial'noj ohrany stepnyh jekosistem i formirova-nija landshaftno-jekologicheskogo karkasa Orenburgskoj oblasti. Trudy Gosudarstven-nogo prirodnogo zapovednika «Orenburgskij». Vyp.1, Orenburg: IPK «Gazprompe-chat'», 2014: 124-130.

### Образец ссылки на статью:

Павлейчик В.М. Пространственно-временная структура пожаров на заповедном участке «Буртинская степь». Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. 4: 1-11 [Электронный ресурс] (URL: <a href="http://elmag.uran.ru:9673/magazine/">http://elmag.uran.ru:9673/magazine/</a> Numbers/2015-4/Articles/ PVM-2015-4.pdf).