



УДК 502.57(252.51):614.84

## УСТОЙЧИВОСТЬ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ К ПИРОГЕННОМУ ФАКТОРУ (на примере заповедного участка «Буртинская степь»)

В. М. Павлейчик

Павлейчик Владимир Михайлович, кандидат географических наук, заведующий отделом ландшафтной экологии, Институт степи УрО РАН, Оренбург, pavleychik@rambler.ru

На основе анализа космических изображений и полевого обследования участка «Буртинская степь» заповедника «Оренбургский» выявлено, что степные пожары являются одним из наиболее значимых лимитирующих факторов развития древесно-кустарниковых элементов степных экосистем. Отмечается высокая восстановительная способность лесных урочищ, особенно в условиях повышенного увлажнения грунта.

**Ключевые слова:** степные пожары, лесные урочища, кустарники, устойчивость, восстановление.

### Stability of Woody and Shrubby Elements of Steppe Ecosystems to Pyrogenic Factor (on the Example of the Reserved Area "Burtinskaya Steppe")

V. M. Pavleychik

Vladimir M. Pavleychik, <https://orcid.org/0000-0002-2846-0442>, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 11, Pioneerskaya Str., Orenburg, 460000, Russia, pavleychik@rambler.ru

Based on the analysis of satellite images and field survey of the site «Burtinskaya Steppe» of the Orenburgsky reserve, it was revealed that steppe fires are one of the most significant limiting factors in the development of woody and shrubby elements of steppe ecosystems. A high restorative capacity of forest tracts is noticed, especially in the conditions of increased soil moistening.

**Key words:** steppe fires, forest tracts, shrubs, sustainability, recovery.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-228-233>

### Введение

В последние годы усилилось внимание к экологическим и социально-экономическим проблемам, возникающим в связи с обширным распространением природных пожаров в различных районах РФ. За серию засушливых лет лесные и торфяные пожары часто приводили к чрезвычайным последствиям в сфере безопасности жизнедеятельности, массовому уничтожению жилых и хозяйственных строений, ухудшению экологической обстановки, что вызвало широкий общественный резонанс.

Травяные пожары обычно не представляют угрозу населению и хозяйственной инфраструктуре, поэтому до последних лет какого-либо внимания к данному характерному для степных



регионов явлению не наблюдалось. Лишь в биологических науках пожары постоянно рассматривались в качестве одного из ведущих факторов формирования степных экосистем. Подобные исследования до сих пор преимущественно основываются на изучении реакции отдельных элементов биоты на пирогенный фактор и проводятся на локальном уровне. Вместе с тем работы, посвященные изучению пространственно-временных закономерностей и анализу ландшафтообразующей роли степных пожаров, практически отсутствуют.

Быстрое нарастание надземной фитомассы в степных экосистемах способствует формированию мнения о «безобидности» травяных пожаров, что влечет за собой распространение практики сельскохозяйственных палов как на обрабатываемых землях (сжигание стерневых остатков), так и на сенокосных и пастбищных угодьях (в целях «улучшения» кормовых свойств). Помимо продолжительных постпирогенных сукцессий, занимающих по разным оценкам от 3–5 до 8–10 лет, травяные пожары охватывают также немногочисленные лесные урочища и кустарниковый элемент степных экосистем, имеющие важное геосистемное (ландшафтообразующее) значение. Особенно актуальна угроза их деградации в условиях повсеместной и отчетливо выраженной тенденции активизации пожарных явлений, наблюдаемой в различных степных и лесостепных регионах Евразии [1–5].

Заметим, что длительное время, особенно после периода «освоения целины» (1954–1960 гг.), формировалась особая геоэкологическая ситуация, при которой пашнями были заняты все пригодные участки, а оставшиеся неудобья интенсивно использовались под сенокосные и пастбищные угодья. Сложившаяся структура степного природопользования хотя и привела к сокращению лесопокрытой площади и многочисленным экологическим последствиям, тем не менее являлась регулятором развития природных пожаров. В 1990–2000-х гг. в связи с неблагоприятной экономической обстановкой в странах бывшего СССР отмечалось резкое снижение сельскохозяйственного производства. Сокращение поголовья привело к довольно быстрому восстановлению растительного покрова степных пастбищ, сопровождавшемуся нарастанием плотности травостоя и надземной фитомассы. На южной границе районов земледельческого освоения в этот же период стали забрасывать малопродуктивные и сложно-



возделываемые участки пашни. Таким образом, в последние 20–25 лет часть степных экосистем находится в стадии восстановления естественной структуры после продолжительного сельскохозяйственного воздействия и одновременно под воздействием резко усилившегося пирогенного фактора [6]. Во многом сходная пирологическая ситуация складывается и на территории государственных степных заповедников, что является актуальной и значимой проблемой для решения задач сохранения ландшафтного и биологического разнообразия.

В этой связи целью исследований стал анализ устойчивости древесных и кустарниковых элементов степных экосистем в условиях постоянного и нарастающего распространения травяных пожаров. Исследования проведены на примере участка «Буртинская степь» заповедника «Орен-

бургский» на площади 45 км<sup>2</sup>. Его положение на приводораздельном пространстве, ограниченном долинами р. Урал и ее притоков (р. Буртя и р. Бурля), а также отсутствие значительных природных и антропогенных рубежей в сочетании со значительной долей малоиспользуемых угодий способствовало формированию обстановки, благоприятной для возникновения и обширного распространения пожаров (рис. 1) [7].

#### Методика исследований и исходные материалы

За основу приняты космоснимки из геоинформационного сервиса Google Earth с разрешением около 0,6 м на 1 пиксель, что позволяет идентифицировать ареалы таких ландшафтных элементов, как лесные урочища, и в общих чертах

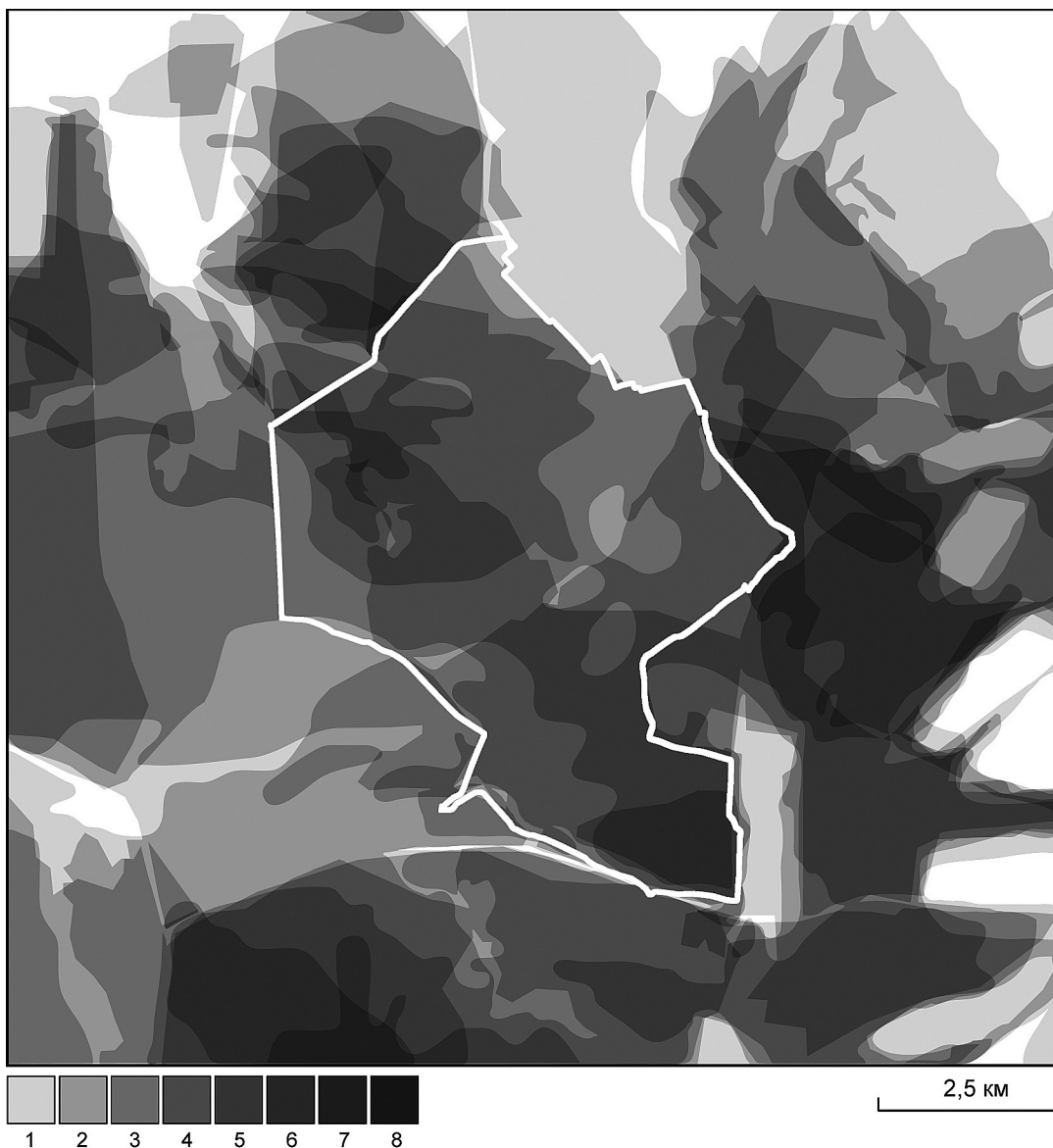


Рис. 1. Совокупные ареалы пожаров на участке заповедника «Буртинская степь» и прилегающих территориях в период 1984–2015 гг. 1–8 – количество пожаров



по особенностям текстуры оценить их современное состояние. Для территории «Буртинской степи» в открытом доступе имеется два разновременных изображения – за 2005 г. и 2015 г., которые и послужили основой для данного исследования. Несмотря на высокое разрешение снимков, кустарниковый элемент степных экосистем (карагана кустарниковая, спирея, миндаль низкий и др.) идентифицируется с малой степенью достоверности; отчетливо выявляются лишь кустарники (ива пепельная), формирующие довольно крупные кроны куполовидной формы диаметром 3–10 м. Сомкнутый зрелый древостой на снимках имеет специфическую текстуру, отличающуюся наличием контрастных теней.

Для верификации камерально выявленных различий в структуре древесно-кустарниковых урочищ были проведены экспедиционные исследования, в ходе которых соотнесены выделенные типы тонов и текстур космических изображений с видовым и возрастным составом древостоя, а также с их общим состоянием. Полевые изыскания позволили избежать принципиальных ошибок в окончательных выводах, которые могли бы возникнуть из-за сходства текстур зарослей кустарников и древесного подроста.

Исследования дополнены кратким анализом постпожарного состояния древостоя в урочище Шубарагаш, занимающем массив развееваемых песчаных отложений на междуречье Илека и Малой Хобды.

### Обсуждение результатов

Как отмечалось ранее, современное состояние степных экосистем, включая древесно-ку-

старниковый элемент, складывается исходя из двух тенденций их развития. Первая – это часть общего процесса восстановления растительного покрова, сопровождающегося сокращением доли чужеродных видов, увеличением продуктивности сообществ и проективного покрытия и др. С введением заповедного режима в 1989 г. в отношении лесных урочищ после длительного периода прекратилось их использование в качестве дополнительных пастбищных угодий, мест водопоя и отдыха скота. Такие условия позволили на протяжении последующих 27 лет воссоздать естественное состояние лесных урочищ, занимающих к настоящему времени наиболее благоприятные, относительно более увлажненные экотопы – расчлененные участки эрозионно-балочной сети (байрачные осиново-березовые леса), увлажненные зоны вдоль постоянных и временных водотоков (приручьевые ленточные черноольшаники), места разгрузки грунтовых вод (черноольшаники).

Вторая тенденция (фактор) – угнетение и гибель древесно-кустарникового покрова в результате периодических пожаров, несмотря на первоочередные противопожарные меры по охране лесов, предпринимаемые сотрудниками заповедника «Оренбургский».

С учетом продолжительности восстановления древостоя до полноценного зрелого состояния можно говорить о том, что состояние лесных урочищ в 2005 г. (рис. 2, *а*) и 2015 г. отражают последствия как последних (рис. 2, *б*), так и всех предшествующих (см. рис. 1) пожаров.

В ходе исследований по результатам дешифрирования снимков подготовлены и сопоставлены схемы распространения лесопокрытых террито-

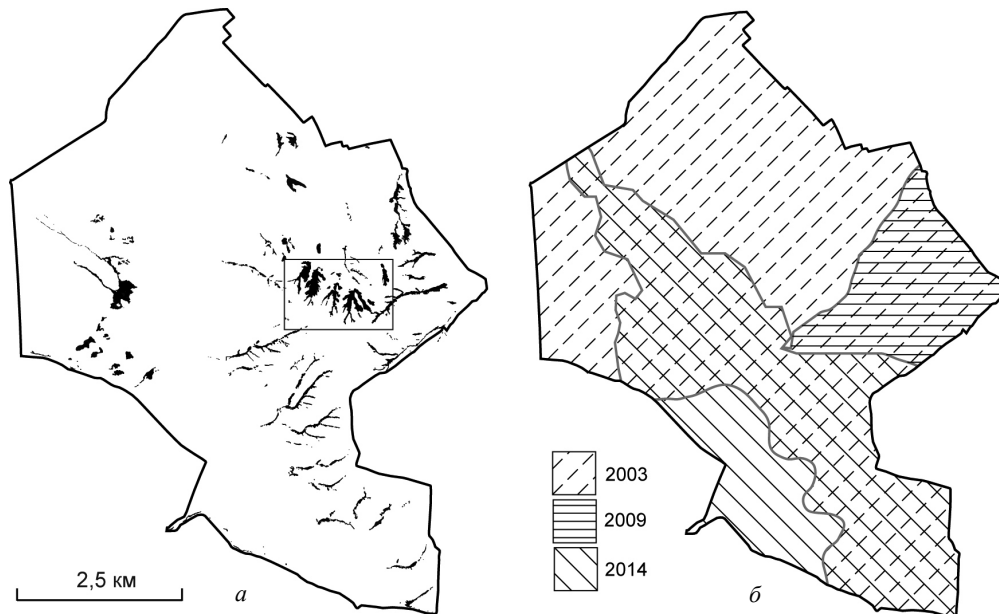


Рис. 2. Лесные урочища «Буртинской степи» в условиях пирогенного воздействия: *а* – распространение лесных урочищ в 2005 г.; *б* – ареалы последних (2003, 2009 и 2014 гг.) пожаров



рий в 2005 г. и в 2015 г. Ниже (рис. 3) представлен фрагмент схемы, на которой отражено сокращение площади зрелого древостоя байрачных колков в результате степных пожаров.

Исходя из схем распространения лесопокрытых территорий были получены данные о изменении площади лесных урочищ в разрезе сохранившегося зрелого древостоя и восстанавливающегося древесного подроста (таблица).

Анализ тяжести воздействия пирогенного фактора, выражающегося в сокращении ареалов лесных урочищ со зрелым древостоем, был соотнесен со схемами последних и совокупных пожаров. Полученные картографические и числовые данные позволили сформулировать следующие заключения.

1. Общая лесопокрытая площадь за период 2005–2015 гг. осталась практически неизменной (в пределах погрешности) – 1,6 км<sup>2</sup>. Это свидетельствует о высокой степени устойчивости

лесных урочищ к степным пожарам, а вернее, о высокой восстановительной способности. Заметим, что в случае проникновения фронта пожара на территорию заповедника первоочередные мероприятия направлены на защиту именно лесных урочищ, в связи с чем масштабы ущерба потенциально могут быть более значимыми, а полученные нами выводы об их устойчивости – преувеличенными. Вместе с тем результаты аналогичных исследований в целом подтверждают довольно высокую восстановительную способность естественных лесных массивов степного Приуралья.

2. Несмотря на сохранение доли лесопокрытой площади, в пространственной структуре происходят определенные трансформации, обусловленные как воздействием пожаров и последующими восстановительными процессами, так и проявлением других факторов. В возрастном отношении резко изменилось соотношение площадей, занимаемых зрелым древостоем и густым

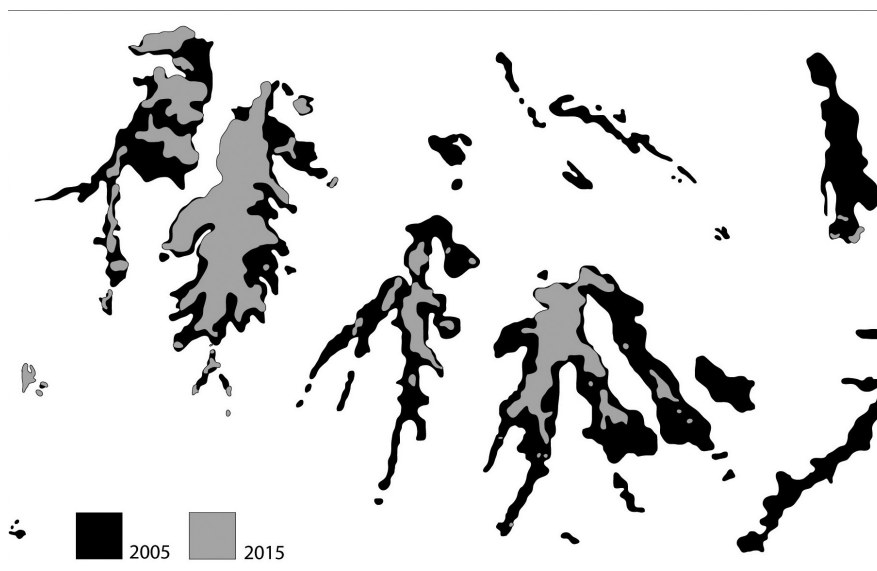


Рис. 3. Динамика площади зрелого древостоя в лесных урочищах за 2005–2015 гг. (фрагмент схемы)

**Структура лесопокрытой площади в 2005 г. и 2015 г.**

Параметры		Площадь, км <sup>2</sup>	% от площади участка
2005 г.	Зрелый древостой	1,02	2,26
	Подрост	0,58	1,28
2015 г.	Зрелый древостой	0,33	0,73
	Подрост	1,26	2,81
Сопоставление контуров зрелого древостоя:			
– только в 2005 г. (сокращение площади)		0,74	1,65
– только в 2015 г. (рост площади)		0,07	0,16
– совпадение контуров 2005 и 2015 гг.		0,28	0,62
Сопоставление контуров подроста 2015 г.:			
– новые территории		0,46	1,03
– совпадение с лесными урочищами 2005 г.		0,53	1,18
– совпадение с подростом 2005 г.		0,34	0,77



молодым (3–5 лет) подростом. Если в 2005 г. подрост занимал около 36% (и это в условиях после пожара 2003 г.), то в 2015 г. – 79%. Площадь, занимаемая зрелым древостоем, сократилась за 2005–2015 гг. на 65–70%, независимо от типа и породного состава лесов.

3. Наиболее существенное воздействие пожары оказали на байрачные березово-осиновые леса, в связи с тем что активно выгорал сухой травяной покров в пределах урочищ. Это привело к полной гибели древостоя, особенно в лесах, имеющих узкий (галерейный) характер распространения. Более крупные и компактные байрачные леса, характерные для верховьев балок, местами сохранили зрелый древостой в центральной (удаленной от сгоревшей периферии) части урочищ. Постоянное увлажнение черноольховых урочищ воздействует на развитие пожаров неоднозначно. Наличие сети водотоков препятствует их распространению, а особенности травянистого покрова урочищ не приводят к образованию сухой растительной ветоши. В противовес этим лимитирующим условиям по опушкам обычно развиты высокопродуктивные разнотравно-злаковые (тростник, кострец, пырей, вейник) сообщества, значительно повышающие возможность нанесения серьезного урона черноольшаникам. Подобное сокращение проявляется по всему периметру лесного урочища Тузкарагал – одно из мест разгрузки грунтовых вод, питающих ручей Кайнар и еще один безымянный сезонно пересыхающий ручей.

4. После пожара 2003 г. на протяжении длительного периода (до 2013 г. включительно) развитие лесного покрова практически не проявлялось и носило «законсервированный» характер. В течение трех последующих лет (2014–2016 гг.) произошел резкий и массовый (по всему участку) переход в развитии древостоя от ростков (ранее ежегодно выраставших и погибавших к следующему вегетативному сезону) к стабильному подросту. Наиболее активное для рассматриваемого участка восстановление лесного покрова мы наблюдали в пределах ленточного черноольшаника вдоль ручья Кайнар. О причинах и факторах длительного периода «покоя» и последующего интенсивного развития древостоя на данном этапе исследований сделать выводы не представляется возможным.

5. С учетом указанного выше (в п. 3, 4) имеет место зависимость степени выгорания отдельных лесных урочищ от давности пожаров и частоты их проявления за многолетний период. Большинство полностью погибших лесных урочищ приходится на участки с высокой частотой прохождения пожаров (4–5 за 23 года, 1991–2014 гг.). Такая периодичность (1 раз в 5 лет) не позволяет восстановиться древостою до зрелого состояния и может привести к полной потере локальных древостоев и групп единичных деревьев. Вместе с тем на отдельных участках (независимо от обозначенных выше факторов) наблюдается увеличение лесопокрытой площади за счет освоения новых, ранее не заселенных лесом экотопов. Возможно,

это следствие более длительного процесса общего восстановления растительного покрова в условиях заповедного режима.

6. Анализ динамики лесопокрытой площади, особенно в аспекте произрастания ольхи черной, может служить основой для идентификации трансформаций условий поверхностного стока (не связанных с проявлением пожаров). Так, нами отмечена гибель черной ольхи вдоль одного из рукавов ручья Кайнар, ранее питавшего карстовое оз. Косколь. Вероятно, именно с сокращением стока в озеро связана наблюдающаяся тенденция к усыханию озера.

Еще одним фактором (помимо пожаров) трансформации лесных урочищ на рассматриваемом участке является заселение ручьев колонией бобров, что привело к гибели части галерейного черноольшаника из-за постоянного повышенного увлажнения. Различными авторами высказывались предположения, что введение заповедного режима может привести к мезофитизации (олуговлению) степных фитоценозов, активному внедрению кустарниковых элементов, расширению площадей древесно-кустарниковой растительности, т. е. к изменению ландшафтной структуры и облика заповедных участков. Тем не менее полученные результаты свидетельствуют о том, что степные пожары являются тем элиминирующим фактором, который сдерживает эти потенциально негативные процессы.

Для оценки устойчивости лесных урочищ к пожарам и постпирогенных восстановительных способностей различных типов леса нами рассмотрены последствия пожара, произошедшего в древесно-кустарниково-степном урочище Шубарагаш, занимающем бугристо-ячеистые пески на междуречье Илека и Малой Хобды. В результате пожара в 2010 г., пришедшего с прилегающей территории, воздействию огня была подвержена крайняя юго-западная окраина урочища общей площадью около 5,5 км<sup>2</sup>. На репрезентативный участок площадью 0,4 км<sup>2</sup> по серии разновременных (2009, 2010, 2012 гг.) изображений Google Earth были составлены схемы, отражающие характерное пред- и послепожарное состояние древостоя. Выявлено, что площадь, покрытая лесокустарниковой растительностью, сократилась в результате пожара с 26,8 до 2,5%. В течение последующих четырех лет лесные гари представляли собой сочетание сухостойных деревьев и завалов. Вместе с тем достаточная обводненность котловин и песчаных отложений в целом позволила в относительно короткие сроки восстановить (до стадии 3–4 летнего жизнеспособного и обильного подроста) занимаемые ранее границы. Интересен факт, что именно 2014 г. стал наиболее благоприятным для самовосстановления лесных урочищ, как в урочище Шубарагаш, так и на заповедном участке «Буртинская степь».

Современная активизация степных пожаров не могла не отразиться и на динамике лесопокрытых территорий. Это подтверждается результа-



тами исследований лесных пожаров в пределах Оренбургской области, проведенных на основе статистических ведомственных данных [8]. Эта тенденция не столь явная, как на степных участках, что можно объяснить эффективностью системы противопожарной охраны лесных угодий. Для более ранних периодов, предшествующих практически повсеместному развитию земледелия, в качестве основного фактора развития катастрофических пожаров в Бузулукском сосновом боре указывается серия атмосферных засух, характерных для всего XIX в. и начала XX в. [9].

### Заключение

Лесные пожары в степи – обычно результат распространения травяных пожаров с прилегающих территорий. Пожары наносят значительный ущерб как естественным лесам, так и искусственным лесонасаждениям. Естественные лесные урочища занимают относительно благоприятные экотопы с повышенным увлажнением, поэтому обычно они отличаются относительно высоким потенциалом самовосстановления после пожаров. В значительной степени этим качеством характеризуются пойменные леса, в наименьшей – водораздельные и склоновые (байрачные) колки. Наибольший ущерб от пожаров наносится искусственным лесонасаждениям, особенно в южных районах области.

Проведенные исследования и обзор литературы свидетельствуют о том, что пожары в степных регионах являются значимым фактором, определяющим облик степного пространства, его ландшафтную структуру и параметры биологического разнообразия. Степные пожары лимитируют потенциальное распространение древесно-кустарниковых элементов степных экосистем. Тем не менее проведенные исследования доказывают, что рассматриваемые урочища характеризуются высокими восстановительными способностями в пределах занимаемых ими экотопов. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости формирования системы пожарного экологического мониторинга, о чем говорит и мировой опыт управления пожарами [10].

*Исследование выполнено в рамках государственного задания ИС УрО РАН (тема № ГР АААА-А17-117012610022-5) и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-00088).*

### Образец для цитирования:

Павлейчик В. М. Устойчивость древесно-кустарниковых элементов степных экосистем к пирогенному фактору (на примере заповедного участка «Буртинская степь») // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 4. С. 228–233. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-228-233>

### Cite this article as:

Pavleychik V. M. Stability of Woody and Shrubby Elements of Steppe Ecosystems to Pyrogenic Factor (on the Example of the Reserved Area “Burtinskaya Steppe”). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 4, pp. 228–233 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-228-233>

### Библиографический список

1. Дубинин, М. Ю., Луцкеина, А. А., Раделоф, Ф. К. Оценка современной динамики пожаров в аридных экосистемах по материалам космической съемки (на примере Черных Земель) // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 3 (43). С. 5–16.
2. Ткачук, Т. Е. Динамика площадей степных пожаров на юге Даурии в первом десятилетии XXI века // Учёные записки ЗабГУ. 2015. № 1 (60). С. 72–79.
3. Шинкаренко, С. С. Анализ распространения степных пожаров и идентификация пожароопасных территорий на основе геоинформационных технологий // Научный альманах. 2015. № 8 (10). С. 1240–1244.
4. Павлейчик, В. М. К вопросу об активизации степных пожаров (на примере Заволжско-Уральского региона) // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. : География. Геоэкология. 2016. № 3. С. 15–25.
5. Валендик, Э. Н., Кисилыхов, Е. К., Косов, И. В., Лобанов, А. И., Пономарев, Е. И. Катастрофические степные пожары : проблемы и пути их решения // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций : материалы всерос. науч. практ. конф. (г. Железногорск, Красноярский край, 17 июня 2015 г.). Железногорск, 2016. С. 34–36.
6. Павлейчик, В. М. Условия распространения и периодичность возникновения травяных пожаров в Заволжско-Уральском регионе // География и природные ресурсы, 2017. № 2. С. 56–65.
7. Павлейчик, В. М. Пространственно-временная структура пожаров на заповедном участке «Буртинская степь». [Электронный ресурс] // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. № 4. С. 1–11. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2015-4/Articles/PVM-2015-4.pdf> (дата обращения: 15.06.2018).
8. Танков, Д. А. Лесные пожары и их влияние на древесно-кустарниковую растительность в лесах Оренбуржья : дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://dissovet21228101.nethouse.ru/static/doc/0000/0000/0233/233498.52h1z81lj9.pdf> (дата обращения: 15.06.2018).
9. Климентьев, А. И. Бузулукский бор : почвы, ландшафты и факторы географической среды. Екатеринбург, 2010. 401 с.
10. Рекомендации по управлению пожарами, выполняемых в добровольном порядке. Рабочий доклад Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО). 2007. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/pub/FAO-2007.pdf> (дата обращения: 15.06.2018).