

6. Ванеян С.С., Вишнякова А.Ф. Орошение кормовых культур // Картофель и овощи. – 2001. – № 3. – С. 29-30.

7. Феско К.Я., Седогин А.М., Важов В.М. – Барнаул: Алтайское кн. изд-во, 1984. – 96 с.

8. Мазиров М.А., Макарычев С.В. Теплофизика почв: антропогенный фактор. – Суздаль, 1997. – 201 с.

3. Rode A.A. Osnovy ucheniya o pochvennoi vlage. – L.: Gidrometeoizdat, 1965. – 663 s.

4. Agapov S.P. Stolovye korneplody. – M.: Sel'khozizdat, 1956. – 301 s.

5. Litvinov S.S. Ovoshchevodstvo otkrytogo grunta na chernozemakh. – M.: Rosinformagrotekh, 2006. – 212 s.

6. Vaneyan S.S., Vishnyakova A.F. Oroshe-
nie kormovykh kul'tur // Kartofel' i ovoshchi. – 2001. – № 3. – С. 29-30.

7. Fesko K.Ya., Sedogin A.M., Vazhov V.M. – Barnaul: Altaiskoe knizhnoe izd-vo, 1984. – 96 s.

8. Mazirov M.A., Makarychev S.V. Teplofizika pochv: antropogennyi faktor. – Suzdal', 1997. – 201 s.

References

1. Garyugin G.A. Rezhim orosheniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. – M.: Kolos, 1979. – 269 s.

2. Kostyakov A.N. Osnovy melioratsii. – M.: Sel'khozgiz, 1960. – 622 s.



УДК 631.452 (571.15)

**Г.Г. Морковкин, Т.В. Байкалова, Н.Б. Максимова,
В.И. Овцинов, Е.А. Литвиненко, И.В. Дёмина, В.А. Дёмин**
G.G. Morkovkin, T.V. Baykalova, N.B. Maksimova,
V.I. Ovtsinov, Ye.A. Litvinenko, I.V. Dyomina, V.A. Dyomin

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE DYNAMICS OF SOIL COVER CONDITION AND SOIL FERTILITY INDICES IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: агроландшафты, лесостепь, водная эрозия, чернозёмы, серые лесные почвы, плодородие почв, дистанционное зондирование.

Приводятся результаты исследований оценки структуры агроландшафтов по данным дистанционного зондирования (многозональные сканерные космоснимки Landsat) с использованием программного комплекса ENVI 5.0 и геоинформационной системы MapInfo10.5. Выявлено, что агроландшафты лесостепной природной зоны Алтайского края, занимающие область Бийско-Чумышской возвышенной равнины, особенно в восточной ее части, где распаханность территории достигает 77,5%, функционируют в максимальных пределах своей зональной устойчивости. Показано, что в соответствии с критериями, характеризующими опасность проявления овражной эрозии, в целом исследуемая территория относится к умеренно-опасной категории экологической напряженности (степени опасности). Между двумя турами почвенных обследований в лесостепной природной зоне наблюдалось увеличение площадей эродированных почв, при этом количество слабосмытых почв увеличилось на 2,37%, среднесмытых – на 0,24, сильносмытых – на 0,01%. Сельскохозяйственное использование привело к активному проявлению процессов дегумификации и снижению мощности гумусового горизонта почв.

Keywords: agricultural landscapes, forest-steppe, water erosion, chernozems, gray forest soils, soil fertility, remote sensing.

The research results on the evaluation of the structure of agricultural landscapes based on remote sensing data (multispectral scanner satellite imagery Landsat) and ENVI 5.0 software system and MapInfo10.5. geographic information system are presented. It is revealed that the agricultural landscapes of the forest-steppe natural zone of the Altai Region occupying the area of the Biysko-Chumyshskaya elevated plain, particularly in its eastern part where the plowed land percentage reaches 77.5%, function within the maximum limits of their zonal stability. It is shown that in general the area under study belongs to a moderately critical category of environmental stress level (danger level) according to the criteria characterizing the risk of gully erosion manifestation. There was an increase in the area of eroded soils between the two rounds of soil surveys in the forest-steppe natural zone, and the percentage of weakly washed-off soils increased by 2.37%, that of moderately washed-off soils – by 0.24%, and heavily washed-off soils – by 0.01%. The agricultural use resulted in intensive humus loss and the reduction of soil humus horizon thickness.

Морковкин Геннадий Геннадьевич, д.с.-х.н., проф., проректор по научной работе, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-89. E-mail: ggmark@mail.ru.

Байкалова Татьяна Викторовна, к.г.н., доцент, зав. каф. геодезии и картографии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: agau@asau.ru.

Максимова Нина Борисовна, к.с.-х.н., доцент, каф. природопользования и геоэкологии, Алтайский государственный университет. Тел.: (3852) 62-83-89. E-mail: ggmark@mail.ru.

Овцинов Владимир Иванович, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет, тел. (3852) 64-84-51. E-mail: agau@asau.ru.

Литвиненко Екатерина Андреевна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет, тел. (3852) 64-84-51. E-mail: agau@asau.ru.

Дёмина Ирина Владимировна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет, тел. (3852) 62-80-82. E-mail: agau@asau.ru.

Дёмин Владимир Андреевич, нач. научно-организационного отдела, зав. сектором охраны интеллектуальной собственности, Алтайский государственный аграрный университет, тел. (3852) 628-358. E-mail: ggmark@mail.ru.

Morkovkin Gennadiy Gennadyevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Rector on Scientific Activities, Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-89. E-mail: ggmark@mail.ru.

Baykalova Tatyana Viktorovna, Cand. Geo. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Geodesy and Cartography, Altai State Agricultural University. E-mail: agau@asau.ru.

Maksimova Nina Borisovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Natural Resources Mgmt. and Geo-Ecology, Altai State University. E-mail: ggmark@mail.ru.

Ovtsinov Vladimir Ivanovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 64-84-51. E-mail: agau@asau.ru.

Litvinenko Yekaterina Andreyevna, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-51. E-mail: agau@asau.ru.

Dyomina Irina Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph: (3852) 62-80-82. E-mail: agau@asau.ru.

Dyomin Vladimir Andreyevich, Head, Science Organization Division and Intellectual Property Protection Sector, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-58. E-mail: ggmark@mail.ru.

Введение

Выявление интенсивности проявления деградационных процессов почв в разных природно-почвенных зонах во временном и пространственном аспектах актуально при оценке устойчивости агроландшафтов к антропогенному воздействию.

Общие критерии природной устойчивости ландшафта – это высокая организованность, интенсивное функционирование и сбалансированность функций геосистем, включая биологическую продуктивность и возобновимость растительного покрова. Эти качества определяются оптимальным соотношением тепла и влаги и выражаются развитостью почвенного покрова, а в конечном итоге – и плодородием почв [1].

В результате хозяйственной деятельности человека создается малокомпонентная, в сравнении с естественной, система, которая характеризуется искусственным отбором растений и животных и последующим отчуждением фитомассы [2]. Соответственно, в результате антропогенной нагрузки на ландшафт происходит упрощение агроландшафтов, то есть уменьшение сложности их структур и видового разнообразия.

Воздействие человека имеет общие черты во всех зонах [3]: уничтожение естественного растительного покрова, систематическое перемешивание верхнего слоя почвы, изменение физико-химических и биологических свойств почв, однако реакция почвы и, как следствие, ландшафтов в целом не одинакова в каждой зоне.

Каждый ландшафт в зависимости от своего географического положения и, соответ-

ственно, характерных только для него климата, растительности, материнских пород обладает разной степенью устойчивости к антропогенным нагрузкам. Таким образом, оптимальное соотношение сельскохозяйственных угодий и мелиоративных мероприятий для ландшафтов разных зон будет варьировать. Так как ландшафты, расположенные в черноземной зоне, подвергаются наиболее интенсивному сельскохозяйственному воздействию и вместе с тем являются наиболее благоприятным ресурсом для развития земледелия, то они находятся в условиях повышенного риска и нуждаются в грамотном природопользовании для уменьшения проявления процессов деградации и сохранения устойчивости в целом.

В связи с вышеизложенным актуальными стали исследования устойчивости агроландшафтов лесостепной зоны к процессам деградации в условиях интенсивной антропогенной нагрузки и изучение временной динамики состояния плодородия почв.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований явились пахотные почвы и агроландшафтызоны лесостепи на выщелоченных черноземах и темно-серых лесных почвах (IX. Область Бийско-Чумышской возвышенной равнины) [4].

Природно-почвенная зона исследований занимает возвышенную увалистую глубоко и сильно расчлененную равнину (глубина вреза 50-100 м), лежащую в среднем на высоте 300-400 м над уровнем моря, наивысшая абсолютная отметка 528 м. Особенно густо и глубоко расчленена северная половина рав-

нины. С запада и юго-запада к возвышенной равнине примыкают террасовые слабо расчлененные (глубина вреза 10-20 м) более плоские равнины с абсолютными высотами 250-270 и 200-225 м. На террасовых поверхностях распространены ложбины, западины, лощины и другие понижения. Область в основе сложена нижнечетвертичными песками, перекрытыми лёссовидными суглинками [4].

Средняя лесостепь относится к умеренно-теплому увлажненному району. Климат здесь, по сравнению со степным, отличается большим количеством осадков и меньшей суммой положительных температур. Устойчивый снежный покров залегает в течение 165-175 дней. Абсолютный минимум температуры воздуха достигает -50...-54°C. Безморозный период длится 100-110 дней. Сумма температур выше 10°C равна 1800-2000°C, сумма осадков за этот же период – 225-250 мм, ГТК – 1,2-1,4. В целом за год здесь выпадает 400-450 мм осадков [5].

Для выполнения поставленных задач проводился сравнительный анализ данных результатов 2 туров почвенных обследований (60-70-е и годы 80-90-е годы XX в.) на основе архивных материалов, предоставленных для изучения ОАО «АлтайНИИГипрозем», результатов современных экспедиционных исследований с анализом данных дистанционного зондирования (многозональные сканерные космоснимки Landsat территории Алтайского края от 28.05.2013 г.). Основные характеристики системы: полоса захвата – 185 м; 6 спектральных диапазонов – 0.45-0.515; 0.525-0.605; 0.63-0.690; 0.75-0.90; 1.55-1.75; 2.09-2.35; разрешение на местности – 30 м. Для обработки данных дистанционного зондирования и построения векторных карт использовался программный комплекс ENVI 5.0 и геоинформационная система MapInfo 10.5.

В работе использовалась концепция наиболее популярного и часто используемого индекса – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный разностный индекс растительности. Знания о связи структуры и состояния растительности с ее спектрально отражательными способностями позволяют использовать космические снимки для картографирования и идентификации типов растительности и их стрессового состояния [6].

Для последующей площадной оценки и формирования векторных слоев исходное космическое изображение обрабатывалось методом автоматической классификации с использованием алгоритма ISODATA. В результате на исходном изображении получены классы, соответствующие сельскохозяйственным полям с различными густотой и видовым составом растительности, поля без

растительности, участки, занятые лесной и кустарниковой растительностью, населенные пункты. При совместном анализе результатов расчета вегетационного индекса NDVI и классификации были сформированы следующие векторные слои: «пашня», «сенокосы и пастбища», «лесная и кустарниковая растительность», «прочие земли». Границы населенных пунктов и дорожная сеть дешифрировались на исходном изображении с использованием сельскохозяйственных карт и землеустроительных материалов.

Даны результаты исследований, проведенных на реперных участках, представленных типичными хозяйствами разных частей природной зоны (для соблюдения временного соответствия территории исследований в анализ включены территории расположения хозяйств в 60-70-е годы XX в., сохранены изначальные названия указанных хозяйств). Изучали динамику площадей сельскохозяйственных угодий, степень проявления водной эрозии, динамику показателей почвенного плодородия.

Результаты исследований

Интенсивное ведение земледелия и животноводства вызывает серьезные противоречия между экономикой и экологией. Максимальная распашка земельных угодий, нерегулируемый выпас скота, ослабление внимания к проведению почвозащитных мероприятий вызывает деградацию почв. И.И. Карманов, Д.С. Булгаков к основным видам деградации относят эродированность, дегумификацию, уплотнение и слитообразование, усиление кислотности (щелочности) и осолонцевание, вторичное засоление, заболачивание [7]. Возникающие при этом острые проблемы, связанные с рациональным использованием земли, требуют разработки мероприятий, снижающих негативное антропогенное воздействие на почвенный покров и способствующих восстановлению утраченного плодородия, его расширенному воспроизводству.

О степени измененности ландшафта можно судить по структуре землепользования. Современные данные о структуре землепользования по ключевым участкам в разных частях вовлеченной в исследования природно-почвенной зоны получены в результате анализа космоснимков территории и представлены в таблице.

Из данных таблицы следует, что использование земель в составе пахотных угодий в разных частях природно-почвенной зоны различно, поэтому необходимо применять дифференцированный подход при разработке рекомендаций рационального природопользования и при оценке экологической устойчивости территории.

Площадное соотношение землепользования по реперным участкам, км²

Территориальная часть природной зоны	Административный район	Реперный участок, хозяйство	Общая площадь	Пашня	Пастбища и сенокосы	Лес и кустарники	Прочие земли
Центральная	Косихинский	1 – с-з «Косихинский»	102,6	82,7	4	12,7	3,2
		2 – к-з «Майское утро»	114,2	57	10,5	44,8	1,9
		3 – с-з «Луч Октября»	192,8	91,8	17	75	9
		Сумма по участкам	409,6	231,5	31,5	132,5	14,1
Структура землепользования, %			100	56,5	7,7	32,4	3,4
Южная	Бийский	1 – к-з «Красные орлы»	87,4	46,5	8,5	26,6	5,8
Структура землепользования, %			100	53,2	9,7	30,5	6,6
Восточная	Целинный	1 – с-з «Восточный»	291,2	222,2	47	7,1	14,9
		2 – с-з «Рощинский», с-з «Еландинский»	329,2	258,8	53,4	11,3	5,7
		Сумма по участкам	620,4	481	100,4	18,4	20,6
		Структура землепользования, %	100	77,5	16,2	3,0	3,3



Рис. Векторная карта овражной сети реперных участков на территории Целинного района Алтайского края

Агроландшафты функционируют в соответствии с природными закономерностями данной территории, для каждой зоны характерно свое соотношение преобразованных и природных, природно-антропогенных ландшафтов, обеспечивающих устойчивое функционирование природных систем. Согласно Н.Ф. Реймерсу [8] для лесостепи примерная доля преобразованных ландшафтов может достигать 60-75%, для степи – 40-60%.

Исходя из полученных расчетов, мы можем сделать вывод, что агроландшафты рассматриваемой природной зоны в восточной ее части, где распаханность территории достигает 77,5%, функционируют в максимальных пределах своей зональной устойчивости. Следствием функционирования агроландшафтов в таком состоянии стало широкое рас-

пространение водной эрозии, чему способствует относительная увлажненность климата рассматриваемых территорий.

Ущерб, причиняемый эрозией сельскому хозяйству, проявляется не только в разрушении почв, но и в выносе из них питательных элементов – N, K, P, Ca, Mg. Из почвенного покрова мира эрозия уносит с полей и пастбищ в 60 раз больше элементов питания растений, чем их поступает с удобрениями. Эрозия не только уносит элементы питания, но и разрушает почву в целом. Производительность эродированных почв снижается на 35-70% [9].

По нашим расчетам, между двумя турами почвенных обследований в лесостепной природной зоне наблюдалось увеличение площадей эродированных почв. Интенсивность

изменения площадей эродированных почв в год характеризовалась следующими показателями: доля не подверженных водной эрозии почв с каждым годом уменьшалась более чем на 2,6%, количество слабосмытых почв увеличивалось на 2,37%, среднесмытых – на 0,24, сильносмытых – на 0,01%.

С использованием данных дистанционного зондирования нами была проведена оценка проявления овражной эрозии, относящейся к формам линейной эрозии, на изученной территории. Векторная карта овражной сети на реперных участках территории Целинного района Алтайского края представлена на рисунке.

Выявлено, что на современном этапе густота овражной сети по реперным участкам в восточной части лесостепной природной зоны (Целинный административный район) составляет: с-з «Восточный» – 0,81 км/км²; с-з «Роцинский», с-з «Еландинский» – 0,65 км/км². Плотность овражной – соответственно, 0,58 и 0,39 ед./км².

В соответствии с критериями, характеризующими опасность проявления овражной эрозии [10], в целом исследуемая территория относится к умеренно-опасной категории экологической напряженности (степени опасности), где возможно следующее проявление негативных сторон овражной эрозии: сокращение площадей пашни, изменение контуров полей, потери плодородного гумусового слоя.

Длительное сельскохозяйственное использование почв в составе пахотных угодий привело к уменьшению содержания гумуса в почве и к снижению мощности гумусового горизонта, что характерно и для других природно-почвенных зон Алтайского края [11], при этом основными причинами потерь гумуса являются эрозионные процессы [12]. Между двумя турами почвенных обследований в исследуемой природно-почвенной зоне наблюдались снижение площадей среднегумусных видов почв с интенсивностью 0,54% и соответственное увеличение площадей малогумусных и слабогумусированных почв с интенсивностью 0,48 и 0,04% в год, то есть происходило сокращение доли почв с относительно высоким содержанием гумуса, за счет увеличения площадей почв с более низким его содержанием. Помимо этого происходили сокращение площадей видов среднемощных по мощности гумусового горизонта почв с интенсивностью 1,02% в год и соответствующее увеличение площадей видов маломощных почв.

Выводы

Таким образом, агроландшафты рассматриваемой лесостепной природной зоны, особенно в восточной ее части, где распаханность территории достигает 77,5%, функционируют в максимальных пределах своей зональной устойчивости.

Следствием функционирования агроландшафтов в таком состоянии стало широкое распространение водной эрозии. На современном этапе густота овражной сети по реперным участкам в восточной части зоны варьирует в интервале 0,65-0,81 км/км², плотность овражной сети составляет 0,39-0,58 ед./км², что соответствует категории умеренно-опасной экологической напряженности (степени опасности), где возможно проявление негативных сторон овражной эрозии: сокращение площадей пашни, изменение контуров полей, потери плодородного гумусового слоя.

Интенсивное сельскохозяйственное использование почв привело к активному проявлению процессов дегумификации и снижению мощности гумусового горизонта почв.

Библиографический список

1. Вольнов В.В., Давыдов А.С. Ландшафтоведение и агроландшафтные экосистемы. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 210 с.
2. Уразаев Н.А., Вакулин А.А., Никитин А.В. и др. Сельскохозяйственная экология. – М.: Колос, 2000. – 304 с.
3. Муха В.Д., Картамышев Н.И., Кочетов И.С. и др. Агрочововедение. – М.: Колос, 1994. – 528 с.
4. Александрова В.Д., Базилевич Н.И., Занин Г.В. и др. Природные районы Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. – М.: АН СССР, 1958. – С. 161-202.
5. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.
6. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
7. Карманов И.И., Булгаков Д.С. Деградация почв: предложения по совершенствованию терминов и определений // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения: тез. и докл. Всерос. конф. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 1998. – Т. 1. – С. 5-7.
8. Реймерс Н.Ф. Природопользование: слов.-справ. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
9. Толчельников Ю.С. Эрозия и дефляция почв. Способы борьбы с ними. – М.: Агропромиздат, 1990. – 158 с.
10. География овражной эрозии / под ред. Е.Ф. Зориной. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 324 с.
11. Морковкин Г.Г., Байкалова Т.В., Максимова Н.Б., Овцинов В.И., Литвиненко Е.А., Дёмина И.В., Дёмин В.А. Оценка временной динамики структуры агроландшафтов и показателей плодородия почв степной зоны Ал-

тайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 9 (107). – С. 33-42.

12. Бурлакова Л.М., Морковкин Г.Г. Современное состояние плодородия черноземов Алтайского края и проблемы их рационального использования // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук – 2003. – № 5. – С. 49-50.

References

1. Vol'nov V.V., Davydov A.S. Landshaftovedenie i agrolandshaftnye ekosistemy. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 210 s.

2. Urazaev N.A., Vakulin A.A., Nikitin A.V. i dr. Sel'skokhozyaistvennaya ekologiya. – M.: Kolos, 2000. – 304 s.

3. Mukha V.D., Kartamyshev N.I., Kochetov i dr. Agropochvovedenie. – M.: Kolos, 1994. – 528 s.

4. Aleksandrova V.D., Bazilevich N.I., Zanin G.V. i dr. Prirodnye raiony Altaiskogo kraja (bez Gorno-Altayskoi AO) // Prirodnoe raionirovanie Altaiskogo kraja. – M.: AN SSSR, 1958. – S. 161-202.

5. Agroklimaticheskie resursy Altaiskogo kraja. – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 155 s.

6. Kashkin V.B., Sukhinin A.I. Distantcionnoe zondirovanie Zemli iz kosmosa. Tsifrovaya obrabotka izobrazhenii: Uchebnoe posobie. – M.: Logos, 2001. – 264 s.

7. Karmanov I.I., Bulgakov D.S. Degradatsiya pochv: predlozheniya po sovershenstvovaniyu

terminov i opredelenii // Antropogennaya degradatsiya pochvennogo pokrova i mery ee preduprezhdeniya: Tez. i dokl. Vserossiiskoi konf. – M.: Pochvennyi in-t im. V.V. Dokuchaeva RASKhN, 1998. – T. 1. – S. 5-7.

8. Reimers N.F. Prirodopol'zovanie: Slov.-sprav. – M.: Mysl', 1990. – 639 s.

9. Tolchel'nikov Yu.S. Eroziya i deflyatsiya pochv. Sposoby bor'by s nimi. – M.: Agropromizdat, 1990. – 158 s.

10. Geografiya ovrazhnoi erozii / pod red. E.F. Zorinoi. – M.: Izd-vo MGU, 2006. – 324 s.

11. Morkovkin G.G., Baikalova T.V., Maksimova N.B., Ovtsinov V.I., Litvinenko E.A., Demina I.V., Demin V.A. Otsenka vremennoi dinamiki struktury agrolandshaftov i pokazatelei plodorodiya pochv stepnoi zony Altaiskogo kraja // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 9 (107). – S. 33-42.

12. Burlakova L.M., Morkovkin G.G. Sovremennoe sostoyanie plodorodiya chernoze-mov Altaiskogo kraja i problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya // Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk – 2003. – № 5. – S. 49-50.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда РФФИ и Администрации Алтайского края, гранты № 13-04-98055 и № 25-13ф по региональному конкурсу.

