

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАТЕНАРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АГРОЛАНДШАФТА
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

**V.V. Chuprova, Y.V. Gorbunova
T.N. Demyanenko, S.V. Evtushenko**

**USING CATENARY CHARACTERISTICS OF AGROLANDSCAPE FOR
THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE-LANDSCAPE FARMING SYSTEMS
IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF CENTRAL SIBERIA**

Чупрова В.В. – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: info@kgau.ru

Горбунова Ю.В. – канд. биол. наук, доц. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: gorbunova.kgau@mail.ru

Демьяненко Т.Н. – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: t-demyanenko@mail.ru

Евтушенко С.В. – канд. биол. наук, доц. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: eutushenko.serzh@yandex.ru

Chuprova V.V. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: info@kgau.ru

Gorbunova Yu.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of the Inventory of Built-up Territories and Planning of Occupied Places, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: gorbunova.kgau@mail.ru

Demyanenko T.N. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: t-demyanenko@mail.ru

Evtushenko S.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of the Inventory of Built-up Territories and Planning of Occupied Places, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: eutushenko.serzh@yandex.ru

Цель исследований – изучение катенарных особенностей агроландшафта для агроэкологической оценки структуры почвенного покрова территории и типизации земель с последующей разработкой адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Объектом исследования является геоморфологический профиль, заложенный на склоне под сельскохозяйственной растительностью на территории ЗАО «Искра» Ужурского района Красноярского края. Территория хозяйства находится в Чулымско-Енисейской котловине. Выбор местоположения катены и ее построение проводили методами дистанционного зондирования Земли. Для исследования рельефа и построения крупномасштабной карты «Рельеф» использовали SRTM данные. Также осуществлялось полевое

обследование склона, а именно: выполнялась геодезическая нивелировка геоморфологического профиля, проводилась закладка почвенных разрезов для реконструкции почвенной карты с отображением структур почвенного покрова. На катене, построенной с использованием данных дистанционного зондирования Земли, выделено три геохимические позиции: элювиально-денудационный ландшафт, транзитный ландшафт, элювиально-аккумулятивный ландшафт. При полевом обследовании были уточнены выделенные позиции элементарных геохимических ландшафтов и разделены на дополнительные категории: трансэлювиальный, транзитный, трансэлювиально-аккумулятивный, элювиальный, трансэлювиальный ландшафты. Склон катены отличается близким залеганием к по-

верхности коренных подстилающих пород. Сельскохозяйственное использование этой территории вызывает усиленный антропогенез, активизирующий эрозионно-аккумулятивные процессы. Установлено, что сложный склоновый характер рельефа приводит к чередованию доминирования элювиальных и аккумулятивных процессов на отдельных участках геоморфологического профиля, осложненных эрозионными и другими проявлениями, лимитирующими плодородие. Максимальное развитие эрозионные процессы получают на трансэлювиальных позициях ландшафта.

Ключевые слова: catena, элементарный геохимический ландшафт, агроландшафт, плодородие, агроэкологическая оценка, структура почвенного покрова, типизация земель, адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

The purpose of the research was to study catenary characteristics of the agrolandscape for agroecological assessment of the structure of soil cover of the territory and land typification with subsequent development of adaptive landscape farming systems. The object of the study was geomorphological profile established on the slope under agricultural vegetation on the territory of CJSC 'Iskra' in Uzhursky District of Krasnoyarsk Region. The territory of the farm is located in Chulym-Yenisei Plain. The choice of the location of the catena and its construction were carried out by methods of remote sensing of the Earth. SRTM data were used to study the relief and build a large-scale map "Relief". Field survey of the slope was also carried out, namely, geodetic determination of heights of geomorphological profile was carried out, laying of soil cuts for reconstruction of the soil map with the display of soil cover structures. On the catena constructed using the data of remote sensing of Earth three geochemical positions were allocated: eluvial denudation landscape, transit landscape, eluvial-accumulative landscape. During field survey, selected positions of elementary geochemical landscapes were refined and divided into additional categories: transeluvial, transit, transeluvial-accumulative, eluvial, transeluvial landscapes. The slope of the catena differs in close bedding to the surface of radical spreading breeds. The slope of the catena is characterized by the closeness of the

surface of radical spreading rocks. Agricultural use of this territory causes enhanced anthropogenesis, activating erosion-accumulation processes. It has been established that complex slope character of the relief leads to the alternation of dominance of eluvial and accumulative processes in certain areas of the geomorphological profile, complicated by erosion and other manifestations limiting soil fertility. Erosion processes are at the maximum in trans-eluvial positions of the landscape.

Keywords: catena, elementary geochemical landscape, agrolandscape, soil fertility, agroecological assessment, soil cover structure, land typification, adaptive and landscape farming systems.

Введение. Лесостепные регионы Средней Сибири в пределах Красноярского края с агроценозами (в прошлом луговыми, остепненно-луговыми и степными геосистемами) на черноземах сформировались на равнинах и покатых или крутых склонах бугров и увалов обширных котловин (Чулымо-Енисейская, Красноярская, Канско-Тасеевская и др.). Преимущественно склоновый характер рельефа на этих территориях обуславливает делювиальные и эрозионные процессы, что приводит к смещению и смешиванию пород разного генезиса, а также к смыву и выдуванию мелкозема. Имея единую область сноса (Алтае-Саянская область), но разную его интенсивность, сформировавшиеся здесь catenas характеризуются схожими и отличительными признаками. Часть из них отличается однородностью литологического фона и небольшой контрастностью почвенного покрова, другая – неоднородностью пространственного строения, пестрой литологией, значительной комплексностью почвенного покрова. Холмистая структура земледельческой территории юга Красноярского края является причиной неоднородности экологических условий и пространственно-временной нестабильности показателей производства, например урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому для создания высокопродуктивных и устойчивых агроландшафтов, в максимальной мере адаптированных к местным экологическим условиям, обязательно должны учитываться катенарные особенности агроландшафта [1]. Катена показывает ха-

рактер рельефа и закономерности распределения почвенных структур с определенным набором агроэкологических условий и лимитирующих факторов, обуславливающих выбор агротехнологий и систем земледелия.

Цель исследований: изучение катенарных особенностей агроландшафта для агроэкологической оценки структуры почвенного покрова и типизации земель с последующей разработкой адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований является катена, заложенная на выпукло-крутопокатом склоне крутизной до 4,5° под сельскохозяйственной растительностью на территории ЗАО «Искра» Ужурского района Красноярского края. Территория хозяйства находится в Чулымо-Енисейской котловине, ограниченной на юге Батеневским кряжем (отрог Кузнецкого Алатау), на севере – Солгонским кряжем (отрог Восточного Саяна). Протяженность катены – 2700 м. Катена заканчивается обширным понижением.

На начальном этапе исследований провели выбор местоположения катены и ее построение методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Далее осуществили полевое (натурное) обследование этого склона, выполнив геодезическую нивелировку геоморфологического профиля (катены); наблюдения за сменой рельефа, характером внутрпочвенной миграции и аккумуляции веществ; закладку почвенных разрезов для реконструкции почвенной карты с отображением структур почвенного покрова [2]; выделение геохимических позиций агроландшафта, дифференцирующихся по ряду признаков. Каждый из них в той или иной степени влияет на плодородие и продуктивность агроландшафта. Для исследования рельефа и построения крупномасштабной карты «Рельеф» использовали SRTM данные [3]. Оцифровку карты «Почвенный покров», сделанной на бумажном носителе в 80-е годы XX в. Востсибгипроземом, провели с помощью программного обеспечения Map Info Professional. Составленные тематические карты совмещены в два слоя. В дальнейшем почвен-

ная карта будет обновлена с учетом комплексности почвенного покрова, а все показатели геоморфологического профиля будут учтены для типизации земель.

Результаты исследований и их обсуждение. На катене, построенной с использованием систем ДЗЗ, довольно четко обозначаются три геохимические позиции: элювиально-денудационный ландшафт (I), транзитный ландшафт (II), элювиально-аккумулятивный ландшафт (III). Каждый из ландшафтов представляет собой микрокатену более низкого порядка, что позволяет интерпретировать определенные закономерности ландшафтно-геохимических, почвенных и эрозионных процессов (рис. 1). Видно, что склон «проходит» через ареал черноземов, но значительный перепад высоты над уровнем моря от первой к третьей позиции агроландшафта и холмистая его структура усиливают антропогенные воздействия и активизируют эрозионно-аккумулятивные процессы. В почвенном покрове это отражается в изменении мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов, глубине появления карбонатов и пестроте гранулометрического состава.

При полевом обследовании, которое было проведено в мае 2018 г., были уточнены выделенные позиции элементарных геохимических ландшафтов (ЭГЛ) и разделены на дополнительные категории (рис. 2). Рассмотрим их основные характеристики.

Выделенные ЭГЛ (или агроландшафты применительно к сельскохозяйственному характеру использования этого склона) дифференцируются в зависимости от состава почвообразующих пород, уровня грунтовых вод и условий увлажнения, характера неоднородности почвенного покрова и физико-химических свойств почв, степени выпаханности гумусово-аккумулятивных горизонтов, наличия или отсутствия эрозионных процессов. Пространственное распределение агроландшафтов определяется особенностями мезо- и микрорельефа, который существенно различается на разных участках землепользования ЗАО «Искра».

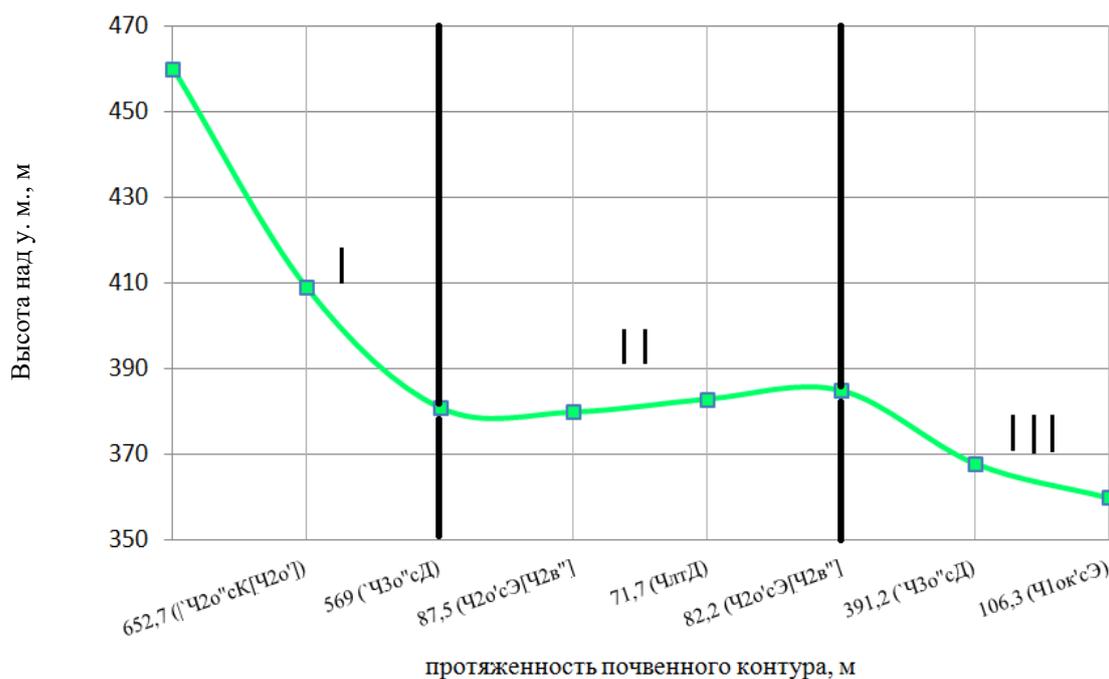


Рис. 1. Геоморфологический профиль в ЗАО «Искра» по данным дистанционного зондирования Земли: Ч2о"сК[Ч2о''] – чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемошный, слабосмытый, слаборазвезанный в комплексе с черноземами обыкновенными маломощными (10–25 %); Ч3о"сД – чернозем обыкновенный тучный, среднемошный, слаборазвезанный; Ч2о'сЭ[Ч2в''] – чернозем обыкновенный среднегумусный, маломощный в комплексе с черноземами выщелоченными, среднегумусными, среднемошными (10–25 %); ЧлтД – лугово-черноземные почвы в комплексе с черноземно-луговыми; Ч1ок'сЭ – чернозем обыкновенный карбонатный, малогумусный, маломощный

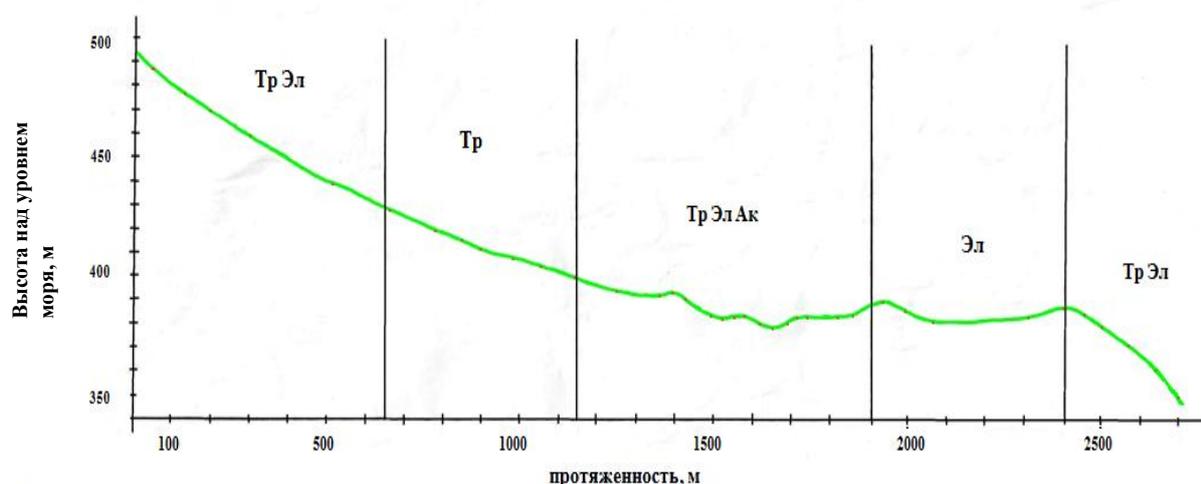


Рис. 2. Геоморфологический профиль по данным полевых обследований

Катена характеризуется сложностью и контрастностью как по литологическим признакам, так и миграционным потокам, обуславливаю-

щим на отдельных участках доминирование денудации над эрозией или, напротив, преобладание эрозионных процессов. Склон катены отли-

чается близким залеганием к поверхности коренных подстилающих пород, на что указывает частая встречаемость и большое количество грубого обломочного материала, а также вишнево-красный или красно-бурый оттенок генетических горизонтов почвенных профилей. Сельскохозяйственное использование этой территории вызывает усиленный антропогенез, активизирующий эрозионно-аккумулятивные процессы. Это отражено в широком распространении почв с укороченным гумусовым горизонтом и другими признаками эродированности.

ТрЭл (трансэлювиальный) ЭГЛ – наиболее возвышенный водораздельный участок катены с отметками от 435 до 495 м над уровнем моря и протяженностью 650 м, имеет довольно большой угол наклона, благоприятствующий преимущественно горизонтальной, плоскостной миграции веществ с атмосферными осадками. Этот поток связывает данный участок с нижележащими позициями катены. Вертикальное поступление веществ с атмосферными осадками обеспечивает функционирование почвенного профиля сформировавшихся здесь комплексов черноземов обыкновенных средне- и маломощных эродированных.

Тр (транзитный) ЭГЛ является постепенным продолжением ТрЭл до 1150 м с менее выраженным углом наклона (от 410 до 435 м над у.м.), но достаточным для поверхностного и внутрпочвенного стока. На этом участке наблюдается довольно частая микробугристость, что создает преобладание вогнутых поверхностей. Фоновый ареал черноземов отличается разной мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта и варьирующей глубиной залегания карбонатов, что обуславливает заметную пятнистость почвенного покрова.

ТрЭлАк (трансэлювиально-аккумулятивный) ЭГЛ занимает среднюю часть склона (высота над у.м. 410–380 м), протягивается до 1900 м, имеет небольшой угол наклона и отличается извилистой, волнообразной поверхностью. Здесь наблюдается множество микробугров и мелких вытянутых понижений. Преобладает атмосферно-сточное увлажнение, доминируют эрозионные процессы, следствием которых является обеднение почв гумусом и элементами питания. В пониженных формах рельефа наблюдается выщелачивание карбонатов. Поэто-

му основной фон здесь образуют комплексы черноземов обыкновенных и выщелоченных с долей участия до 10–25 %. Развитию поверхностного стока в этой части катены способствует вода, стекающая с поверхности прилегающего выше (I-II – позиция) крутого склона агроландшафта.

Эл (элювиальный) ЭГЛ геоморфологического профиля протяженностью от 1900 до 2400 м отличается слабым уклоном и западным характером рельефа. «Западинная» структура поверхности этого участка обуславливает доминирование аккумулятивных процессов в почвах, различающихся по интенсивности проявления в микропонижениях и микроповышениях. Увлажнение – атмосферно-натечное, но часто и за счет грунтовых вод. Здесь усиливается вертикальная миграция веществ, обеспечивающая проявление и элювиальных процессов. Сочетание процессов аккумуляции и элювирования, а также наличие признаков луговости вследствие неглубокого залегания грунтовых вод или появления весной и в начале лета надмерзлотной верховодки приводит к неоднородности структуры почвенного покрова. Совокупность автоморфного и полугидроморфного режимов способствует формированию черноземов обыкновенных карбонатных маломощных на локальных микроповышениях, черноземов выщелоченных средне- и маломощных на прилегающих к микросклонам бровках, а также сложных вариаций черноземов обыкновенных мощных и черноземов выщелоченных, лугово-черноземных и черноземно-луговых почв на микропонижениях. Профили этих почв характеризуются хорошо выраженным карманистым переходом гумусово-аккумулятивного горизонта в иллювиально-карбонатный.

ТрЭл (трансэлювиальный) ЭГЛ отличается довольно выраженным уклоном и заканчивается в долиненной части территории. Абсолютные отметки – 345–390 м над уровнем моря. Протяженность этого участка – от 2400 до 2700 м. Вода, стекающая весной во время таяния снега, летом – в периоды продолжительных дождей, лишь частично промачивает почву крутого южного склона, в основном способствуя развитию стока. Наибольшую площадь в ТрЭл ЭГЛ занимают черноземы обыкновенные, образуя пятнистости с разной мощностью их генетического

профиля. Крутосклонное положение этого участка способствует развитию эрозионных процессов и выходу на дневную поверхность почвообразующих пород девонского возраста, что отчетливо придает красноцветность почвенному профилю.

Таким образом, земельный массив катены характеризуется пространственной неоднородностью агроэкологических условий и разным долевым участием лимитирующих плодородие показателей. Сложившиеся в настоящее время подходы к агроэкологической оценке и группировке типов земель опираются на изучение и картографирование факторов, лимитирующих земледелие [4]. На данном этапе исследований в качестве фактора агроэкологической дифференциации почвенного покрова рассмотрен только рельеф. Среди ближайших задач – изучение индикационных характеристик на разных позициях катены для построения цифровых карт лимитирующих показателей и агроэкологических типов земель.

Выводы. В заключение отметим, что исследование катенарных особенностей агроландшафтов для оценки их агроэкологического состояния необходимы на современном этапе землепользования. На примере катены, заложенной на конкретном пахотном массиве Ужурского района, установлено, что сложный склоновый характер рельефа приводит к чередованию доминирования элювиальных и аккумулятивных процессов на отдельных участках поля, осложненных эрозионными и другими проявлениями, лимитирующими плодородие. Поэтому на таких массивах следует выделять соответствующие типы земель и учитывать их при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия, планировании и организации мероприятий по охране и повышению продуктивности почвенного покрова.

Литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологии: метод. руководство / под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М.: Росинформагротех, 2005. – 784 с.
2. Кауричев И.С., Романова Т.А., Сорокина Н.П. Структура почвенного покрова и типизация земель. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 152 с.
3. Оньков И.В. Оценка точности высот SRTM для целей ортотрансформирования космических снимков высокого разрешения // Геоматика. – 2011. – № 3. – С. 40–46.
4. Сорокина Н.П., Козлов Д.Н. Методы цифровой картографии в задачах агроэкологической оценки земель // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования: сб. ст. / Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 2012. – С. 140–154.

Literatura

1. Agrojekologičeskaja ocenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnyh sistem zemledelija i agrotehnologii: metod. rukovodstvo / pod red. V.I. Kirjushina, Ivanova A.L. – M.: Rosinformagroteh, 2005. – 784 s.
2. Kaurichev I.S., Romanova T.A., Sorokina N.P. Struktura pochvennogo pokrova i tipizacija zemel'. – M.: Izd-vo MSHA, 1992. – 152 s.
3. On'kov I.V. Ocenka tochnosti vysot SRTM dlja celej ortotransformirovanija kosmičeskih snimkov vysokogo razreshenija // Geomatika. – 2011. – № 3. – S. 40–46.
4. Sorokina N.P., Kozlov D.N. Metody cifrovoj kartografii v zadachah agrojekologičeskoj ocenki zemel' // Cifrovaja pochvennaja kartografija: teoreticheskie i jeksperimental'nye issledovanija: sb. st. / Pochvennyj in-t im. V.V. Dokuchaeva. – M., 2012. – S. 140–154.