

**Русанов А.М.**

заведующий кафедрой общей биологии ОГУ, доктор биологических наук, профессор,

**Милякова Е.А.**

преподаватель кафедры общей биологии ОГУ

## **РОЛЬ ЛАНДШАФТНОЙ АСИММЕТРИИ В ФОРМИРОВАНИИ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРЕДУРАЛЬЯ\***

Характерной геоморфологической особенностью Оренбургского Предуралья является ландшафтная асимметрия. С ней связана неоднородность почвообразовательных процессов, протекающих на склонах разных направлений. Различия экологических условий почвообразования находят свое отражение в несходных показателях микроклимата, в составе и структуре естественных фитоценозов, в механическом составе почвообразующих пород, в продолжительности периода биологической активности почв, что проявляется в морфологических, химических, биологических и других важнейших генетических свойствах почв разнонаправленных склонов. Даны рекомендации по сельскохозяйственному использованию территории, определен экологический статус объекта исследования.

### **Введение**

Основы современного учения о симметрии были заложены трудами французского ученого П. Кюри и нашего соотечественника В.И. Вернадского [5, 13]. В дальнейшем проблема симметрии и асимметрии в рельефе Земли привлекала внимание ученых не только на глобальном [6, 12, 15, 16; 18, 31, 33, 36 и др.], но и на региональном уровне [17, 24, 27, 31, 33 и др.]. По определению Шубникова А.В., симметрия представляет собой закон строения структурных объектов или группу допустимых преобразований, сохраняющих структурную целостность рассматриваемых систем [38]. Свойства симметрии лежат в основе организации геоконпонентов всех масштабных уровней природы [30]. В реальных географических объектах симметрия никогда не бывает полной и не осуществляется с математической точностью [38]. В силу многих причин – от общего, планетарного, до узлокального характера – наблюдается отклонение симметрии от идеальной модели. Таковую форму недостаточно выраженной (или неполнореализованной) симметрии принято называть асимметрией [18].

Долины рек степной зоны Урала и их притоки характеризуются отчетливым асимметричным строением, проявляющимся в неравносклоновости междуречных возвышенностей и неодинаковым размещением типологических ландшафтных комплексов на склонах разных экспозиций. Короткими, крутыми и покатыми являются склоны, обращенные на юг; северные склоны как правило длинные и пологие [18, 19, 27]. Данная морфологическая асимметрия полигенетична. Ее происхождение связано с широтным простираем рек региона и влияни-

ем тектонического строения, на которое накладываются воздействия экспозиционного биоклиматического фактора, обуславливающего различную интенсивность склоновых процессов [8, 17, 18, 20, 22, 23, 27 и др.].

Цель настоящей работы заключается в исследовании влияния ландшафтной асимметрии на условия почвообразования, генетические свойства почв и почвенный покров Предуралья.

### **Объекты и методы исследования**

Объектом работ послужили южные средне-мощные легкоголистые черноземы, сформированные под естественной растительностью на склонах северных и южных направлений Общесыртовской возвышенности, на водоразделе рек Каргалка и Черная.

Покатый слабовыпуклый водораздельный склон южной экспозиции имеет длину около 720 м. Он представлен элювиальной (с уклоном 1,0 - 2,5°), транзитной (3,5 - 5,0°) и аккумулятивной (до 1,0°) позициями. Местный базис эрозии составляет 68 м.

Прямой пологий склон северного направления оказался значительно длиннее. Протяженность его составляла 940 м, средний уклон – 2,0°. Базис эрозии равняется 45 м.

Климат Предуралья в пределах Общего Сырта типично континентальный с резкими температурными контрастами: холодная суровая зима, жаркое сухое лето, быстрый переход от зимы к лету, неустойчивое количество и недостаточность атмосферных осадков, значительное преобладание испарения над увлажнением. Среднегодовое количество осадков составляет 365-380 мм. Коэффициент атмосферного увлажнения составляет 0,55, а сумма тем-

\*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 04-04-49006)

ператур свыше  $+10^{\circ}\text{C}$  достигает  $2400\text{-}2600^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность активной вегетации растений (период с температурой более  $10^{\circ}\text{C}$ ) варьирует от 150 до 155 дней. Его начало приходится на конец апреля – первую декаду мая, окончание – на вторую и начало третьей декады сентября. Средняя температура января колеблется от  $-15,3$  до  $-17,4^{\circ}\text{C}$ , средние температуры июля составляют от  $+19,9$  до  $+23,6^{\circ}\text{C}$ . Устойчивый снежный покров образуется в конце второй – начале третьей декады ноября, разрушается в первой и второй декадах апреля. Высота снежного покрова достигает 30 - 40 см. Глубина промерзания почвы на конец февраля составляет 77 - 83 см [1, 10].

Для изучения закономерностей географического распределения почв на каждом склоне, а также на сопредельных территориях, были исследованы водораздельные участки под естественной растительностью, расположенные в подзонах южных и обыкновенных черноземов, а также на территории распространения темнокаштановых почв.

С целью исследования пространственной variability основных генетических свойств почв в границах транзитной позиции каждого склона были заложены 20-метровые траншеи глубиной до 2 м. Показатели состава и структуры естественных фитоценозов исследовались геоботаническими методами. Для учета корневой массы использовался метод почвенных монолитов ( $20 \times 20 \times 20$  см), отобранных с поверхности в 5-кратной повторности. Надземная фитомасса определялась укосным методом. Содержание общего гумуса в почвенных образцах определяли методом Тюрина в модификации Орлова и Гриндель, а фракционно-групповой состав гумуса - по Пономаревой и Плотниковой [2]. Физические и химические свойства почв исследовались общепринятыми методами [2, 4]. Активность дегидрогеназы определялась методом Галстяна (1962), инвертазы - по Хазиеву, Агафаровой, Гулько (1988), каталазы - газометрическим методом (Хазиев, 1974). Для определения интенсивности разложения целлюлозы применялся метод аппликации (Востров, Петрова, 1961) с закладкой стерильного льняного полотна в верхний слой почвы (0 - 20 см) на срок, близкий к длительности вегетационного сезона [35].

### Результаты и обсуждение

Снегомерные съемки показали, что во второй половине февраля снежный покров, сформированный за зимний период, на северном склоне

оказался на 20,0-22,5 см выше, чем на южном. На склонах северной экспозиции запасы воды в снеге на этот период составили 33 мм, а на склонах южной экспозиции – 26,3 мм. Глубина промерзания почв за годы наблюдения на конец зимы на северных склонах составила в среднем 95 см, на южных – 110 см [25]. В силу сложившихся различий между температурой и запасами влаги к началу вегетации растений северные склоны оказываются более увлажненными и относительно менее прогретыми, чем южные, что нашло существенное отражение в составе и структуре формирующихся на них естественных фитоценозов.

В растительном покрове склонов северных направлений преобладают фитоценозы ковыльной (*Stipa capillata*) формации, в состав которой входят типчаково-ковыльные (*Stipa capillata* + *Festuca sulcata*) и разнотравно-ковыльные (*Stipa capillata* + mh) ассоциации. Естественная растительность многоярусна: верхний ярус слагают единичные представители таких кустарников, как чилига (*Royen frutescens*), бобовник (*Amygdalus nana*); ковыльный ярус состоит из ковыля-тырсы (*Stipa capillata*), типчаковый сложен овсяницей бороздчатой (*Festuca sulcata*), разнотравный представлен полынком (*Artemisia austriaca*), зопником клубненосным (*Phlomis tuberosa*), шалфеем степным (*Salvia stepposa*), подорожником степным (*Plantago stepposa*) и нижний *напочвенный* ярус – лишайниками, относящимся к семейству *Parmeliaceae*.

На склонах южных направлений основную площадь занимают фитоценозы типчаковой (*Festuca sulcata*) формации, представленной ковыльно-типчаковыми (*Festuca sulcata* + *Stipa capillata*) и полынно-типчаковыми (*Festuca sulcata* + *Artemisia austriaca*) ассоциациями. Естественный травостой южных склонов относительно изрежен, наблюдается уменьшение числа ярусов: практически полностью отсутствует *напочвенный* лишайниковый ярус, поэтому нижним ярусом следует считать разнотравье, состоящее из полынка, тысячелистника мелкопестного (*Achillea micrantha*), козлобородника подольского (*Tragopogon podolicus*) и др.

Определение фитомассы склонов показало, что ее накопление происходит в основном за счет подземной части растений. Структура фитомассы естественных степных биоценозов такова, что на склонах северных экспозиций корневые системы в 2,6 раза превышают надземную массу, на склонах южных экспозиций дан-

ное отношение принимает значение 3,7, а на водораздельных плато -3,2.

Все перечисленные особенности условий (факторов) почвообразования выразились в различии основных свойств почв разнонаправленных склонов.

Результаты морфологических описаний и их статистическая обработка (табл. 1) свидетельствуют, что средняя мощность горизонта А + АВ черноземов склона южной экспозиции на 4 см меньше, чем у почв склона северного направления, а значение средней мощности горизонта А + АВ + В отличается на 23 см. Коэффициент варьирования мощности горизонтов принимает наибольшее значение для почв южных склонов. Граница между гумусовым горизонтом и переходным горизонтом В языковатая. При этом мелкоязыковатая переходная граница северного склона меняется на преимущественно глубокоязыковатую в почвах противоположного склона. Почвы склонов южных направлений характеризуются наличием свободных карбонатов по всему профилю, белоглазка отмечена с 47 см. В почвах северных склонов вскипание наблюдается в среднем с 29 см (верхняя часть гор. АВ), а белоглазка появляется с глубины 61 - 68 см.

Реакция почвенного раствора для черноземов северных склонов принимает значение 7,0 в слое 0 - 10 см и повышается до 7,4 в горизонте В. Для почв склонов южных экспозиций величина рН варьирует в более широких пределах, изменяясь от 7,1 до 7,9, что связано, по-видимому, с более активной динамикой карбонатов в результате лучшей инсолированности этих («теплых») склонов. Почвы склонов северных экспозиций имеют сравнительно более высокую емкость катионного обмена: в гумусовом горизонте она составляет 44 - 48 мг-экв/на 100 г почвы, в то время как для почв южных склонов этот показатель равен 32 - 36 мг-экв/на 100 г почвы.

В почвенно-поглощающем комплексе (ППК) черноземов разнонаправленных склонов в составе обменных катионов преобладает кальций. Содержание кальция в ППК черноземов северных склонов с глубиной равномерно уменьшается от 30,4 до 20,0 мг-экв/на 100 г почвы, для почв склонов южных экспозиций данная величина изменяется от 25,2 до 16,0 мг-экв/на 100 г почвы [25].

Почвы разных склонов отличаются и по показателям их агрегатного состава. В верхнем (0 - 20 см) слое черноземов склонов южных на-

правлений количество структурных отдельных размером 1 - 5 мм, полученных при сухом рассеве, колеблется от 46,9% до 50,3%. Коэффициент структурности для черноземов данных склонов равен 2,9.

Черноземы северных склонов обладают сравнительно равномерным распределением структурно-агрегатных фракций с преобладанием хорошо выраженных зерен и прочных комков. Содержание агрегатов размером 1 - 5 мм в среднем равно 51,6%. Коэффициент структурности составляет 3,3.

Все перечисленные факторы в своей совокупности обуславливают продолжительность, скорость и напряженность протекания биохимических процессов в почвах, определяя гумусное состояние черноземов. Проведенные исследования показали, что содержание гумуса в верхних слоях черноземов, приуроченных к скло-

Таблица 1. Статистические показатели морфологических свойств южных черноземов разнонаправленных склонов

Экспозиция склона	Статистический показатель	Мощность горизонтов, см		
		А + АВ	А + АВ + В	А + АВ + В + ВС
Северное направление	n	40	40	40
	x	44	91	110
	lim	33-61	80-108	93-134
	m	1,84	1,42	2,34
	σ	8,23	6,37	11,23
Vσ, %	18,64	7,00	10,21	
Водораздельная поверхность	n	5	5	5
	x	43	76	109
	lim	38-45	71-84	101-116
	m	1,31	2,03	2,24
	σ	8,7	20,8	25,3
Vσ, %	20,23	27,3	23,2	
Южное направление	n	40	40	40
	x	40	68	105
	lim	22-59	58-85	82-126
	m	1,16	0,97	2,4
	σ	7,7	6,48	11,28
Vσ, %	19,17	9,57	10,74	

n – число выборки; x – средний показатель признака; lim – предел колебания признака; m – средняя ошибка выборки; σ – среднее квадратическое отклонение; Vσ, % – коэффициент вариации

Таблица 2. Содержание общего гумуса в южных черноземах склонов разных направлений

Экспозиция склона	Статистические показатели*	Г <sub>гмс</sub> , %				
		0-10 см	10-20 см	20-30 см	Гор АВ	Гор В
Северное направление	n	40	40	40	40	40
	x	7,3	5,9	5,0	4,4	2,0
	lim	6,4 - 7,8	5,1 - 6,5	4,5 - 5,6	3,8 - 4,9	1,5 - 2,6
	m	0,34	0,12	0,27	0,30	0,07
	σ	0,77	0,35	0,61	0,67	0,34
Vσ, %	10,55	5,9	12,2	15,22	17,0	
Водораздельная поверхность	n	5	5	5	5	5
	x	6,1	5,3	4,4	3,6	1,7
	lim	5,9 - 6,5	4,8 - 5,5	3,9 - 4,6	3,4 - 3,9	1,4 - 2,3
	m	0,102	0,12	0,12	0,093	0,162
	σ	0,052	0,073	0,073	0,043	0,132
Vσ, %	0,85	1,38	1,66	1,19	7,76	
Южное направление	n	40	40	40	40	40
	x	5,4	4,2	3,4	2,4	1,6
	lim	3,9 - 6,5	3,0 - 4,9	2,1 - 4,1	1,2 - 3,1	0,6 - 2,5
	m	0,16	0,12	0,12	0,11	0,12
	σ	0,70	0,54	0,54	0,51	0,53
Vσ, %	12,96	12,85	15,88	21,25	33,12	

\* - условные обозначения см. к таблице 1

нам северного направления, оказалось выше, чем в черноземах южных склонов (табл. 2).

Анализ профильного распределения гумуса в черноземах северных склонов показывает, что в верхней части почвенного профиля, примерно до глубины 30 - 35 см, накопление гумуса идет по равномерно-аккумулятивному типу, ниже (35 - 60 см) – по прогрессивно-аккумулятивному типу и с глубины 60 см - вновь по равномерно-аккумулятивному типу. Профильное распределение гумуса в черноземах южных склонов в целом характеризуется равномерно-аккумулятивным типом.

Анализ фракционно-группового состава гумуса в слое 0 - 20 см показал, что в качественном составе гумуса преобладают гуматы кальция, на их долю приходится 19,8% от общего углерода для почв северных склонов и 13,7% - для почв южных склонов. Прочносвязанные гуминовые кислоты (фракция - 3) в почве склонов северных направлений составляют 6,4% от общего углерода. В почве южных склонов их доля почти втрое уменьшается, снижаясь до 2,2%.

Соотношение Сгк:Сфк находится в пределах от 2,7 для почв южных склонов и до 3,15 для почв склонов северных направлений.

Изменения в гумусном состоянии южных черноземов сочетаются с проявлением почвами северных склонов более высокой ферментативной активности. Активность каталазы, дегидрогеназы и инвертазы в почвах склонов северных направлений выше, чем в почвах склонов южных экспозиций соответственно на 8,8%, 15,4% и 16,2%. Расчет активности почвенной микрофлоры по весу разложившейся льняной ткани показал, что черноземы южных склонов обладают меньшей энергией разложения клетчатки, чем почвы северных склонов: убыль ткани в гумусовом горизонте составила соответственно 42,6% и 47,2%, что свидетельствует об

определенном ингибировании протекающих здесь гидролитических процессов.

Таким образом, в почвах северных направлений наблюдается более интенсивная биохимическая трансформация растительных остатков в гумус, в том числе и его лабильные (легкорастворимые) фракции, которые служат основным источником питательных веществ и энергии не только для роста и жизнедеятельности растений, но и для микроорганизмов. Быстрое усвоение свободных фракций гумуса вызывает активный рост микробных популяций и, как следствие, повышение ферментативной активности. Можно предположить, что микроорганизмы не только быстрее минерализуют простые гумусовые вещества, но и продуцируют ферменты, регулирующие синтез более стабильных гумусовых фракций.

Изменения основных свойств почв, сформированных в разных условиях ландшафта, повлияли на продолжительность периода биологической активности (ПБА). ПБА – это время, на протяжении которого температура превышает +10°C, а запасы продуктивной влаги составляют более 1-2% [21]. В большинстве географических зон умеренного климата ПБА соответствует длительности вегетационного периода.

В результате проведенных в 2002 г. стационарных наблюдений установлено, что ПБА на склонах южной экспозиции имел прерывистый характер прохождения и оказался равным 130 сут. Период же биологической активности почв на склонах северного направления длился равномерно и его продолжительность составила 148 сут.

Кроме того, проведенные геоботанические исследования сопредельных территорий показали, что на темно-каштановых среднесуглинистых почвах водоразделов форми-

Таблица 3. Сравнительная характеристика основных свойств почв водораздела и склонов подзоны южных черноземов Общего Сырта и водораздельных пространств сопредельных подзон

Показатель	Темно-каштановые почвы	Южные черноземы склонов южных экспозиций	Южные черноземы водораздельных поверхностей	Южные черноземы склонов северных экспозиций	Обыкновенные черноземы
Мощность гумусового профиля, см	34	40	43	44	58
Глубина вскипания, см	с поверхности	с поверхности	26	29	38
Гумус (в слое 0 - 20 см), %	3,50	4,80	5,70	6,60	7,20
Сгк:Сфк (в слое 0 - 20 см)	1,60	2,70	2,97	3,15	3,20
ПБА	110	130	142	148	147
Коэффициент структурности (в слое 0 - 20 см)	1,15	1,87	2,08	2,15	3,40
Водопроницаемость, мм/час	83	92	114	145	137
Объемная масса (в слое 0-20 см), г/см <sup>3</sup>	1,20	1,16	1,11	1,08	1,03

руется относительно изреженная естественная ковыльно-полынно-типчачковая растительность, где общее проективное покрытие травостоя составляет 45 - 50%, а средняя высота его равна 27 см.

На черноземах обыкновенных среднетяжелосуглинистых водораздельных пространных доминирующими растительными ассоциациями являются типчачково-ковыльные группы. Проективное покрытие растительности здесь принимает значение 75 - 80%, средняя высота травостоя составляет 41 см. Определение запасов фитомассы показало, что различие в количестве корней в обыкновенных черноземах и темно-каштановых почвах сравнительно невелико и составляет соответственно 174,46 ц/га и 187,35 ц/га. Запасы же надземной фитомассы в зоне распространения обыкновенных черноземов почти в 2,5 раза превышают аналогичный показатель в подзоне засушливой степи.

Сравнительная характеристика основных свойств почв водораздела и склонов подзоны южных черноземов Общего Сырта и водоразделов сопредельных подзон приведена в таблице 3.

### **Выводы**

1. Ландшафтной асимметрией во многом определяются особенности почвообразовательных процессов, протекающих на склонах разных экспозиций, которые выразились в различиях почв по морфологическим, химическим, биологическим и другим свойствам:

– для почв склонов северных экспозиций характерна относительно большая мощность и меньшая языковатость гумусового горизонта, более глубокое залегание карбонатов;

– почвы склонов северных экспозиций богаче гумусом. Они проявляют более высокую ферментативную и микробиологическую активность, что связано с относительно благоприятным для роста и развития микроорганизмов и

растений гидротермическим режимом;

– меняется характер прохождения и длительность периода биологической активности черноземов разнонаправленных склонов: ПБА на склонах южной экспозиции длится 130 сут., а на склонах северного направления его продолжительность составила 148 сут.

2. В результате изменения экологии почвообразования южные черноземы, сформированные на средних (транзитных) частях склонов южных экспозиций, приобретают некоторые свойства, характерные для целинных почв, расположенных южнее в географическом ряду зональности (темно-каштановые почвы). Соответственно, южные черноземы северных склонов имеют свойства ненарушенных почв, находящихся севернее (обыкновенные черноземы) от основного объекта работ.

3. Отмеченные отличия в составе и структуре фитоценозов, в морфологии почвенных профилей разнонаправленных склонов, в гумусном и структурном состоянии почв, в их водопроницаемости естественным образом отразились на интенсивности процессов естественной эрозии, которая является важным рельефообразующим фактором [11, 14, 28, 29 и др]. В этой связи почвенно-растительную биоту контрастных склонов следует рассматривать не только как следствие ландшафтной асимметрии, но и как фактор ее образования.

4. Место проведения исследований, представляющее собой редко встречающийся из-за повсеместной распашки участок эталонной степи с хорошо сохранившейся естественной растительностью, с типичным рельефом и хорошо изученным почвенным и растительным покровом, целесообразно использовать в системе регионального земельного мониторинга в качестве эталонного и придать ему статус особо ценного почвенного объекта с последующим включением в Красную книгу почв России [7].

### **Список использованной литературы:**

1. Агроклиматические ресурсы оренбургской области. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 120с.
2. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656с.
3. Боков В.А. Учение о симметрии и физико-географические объекты. – В сб. вопросы географии. М.: Мысль, 1977, № 104 «Системные исследования природы». – С. 95-105
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – Агропромиздат, 1986. - 416 с.
5. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Ч.1. Пространство и время в живой и неживой природе. М.: Наука, 1975., 176 с.
6. Грегори Дж. Образование Земли. С.-Петербург, издание П.П. Сойкина, 1914, 132 с.
7. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как неизменяемого компонента биосферы. – М.: Наука, 2000. – 192 с.
8. Доскач А.Г. Четвертичный этап развития и морфоскульптура // Юго-Восток Европейской части СССР. – М.: Наука, 1971 а. – С. 45-68.
9. Ермолаев М.М. О границах в структуре географического пространства. – Изв. ВГО, т. 101, вып. 5, 1969. - С. 401-427
10. Ерохина А.А. Почвы Оренбургской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164с.
11. Заславский М.Н. Эрозия почв – М.: Мысль, 1979. – 245 с.
12. Калесник С.В. Общие географические закономерности Земли. М.: Мысль, 1970. – 290с.
13. Корытный Л.М. Симметрия в географии // География и природные ресурсы. 1984. №1. - С. 171-176

14. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 335 с.
15. Максютов Ф.А. Проблемы изучения барьерной функции гор в формировании ландшафтов. – В сб. Вопросы структуры и динамики ландшафтных комплексов. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1977. – С.75-81
16. Марков К.К. Полярная асимметрия географической оболочки. – Изв. ВГО, т.95, вып.1., 1963. – С.3-8
17. Мильков Ф.Н. Воздействие рельефа на растительность и животный мир. М.: Географгиз, 1953. – 164с.
18. Мильков Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981. – 400с.
19. Мильков Ф.Н. Чкаловские степи. ОГИЗ. Чкаловское издательство, 1947. - 93с.
20. Неуструев С.С. Естественные районы Оренбургской губернии. - Чкалов, 1950. - 133с.
21. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Гумусное состояние почв как функция их биологической активности // Почвоведение, 1984. №8. – С. 39-48.
22. Полюнов Б.Б. Избранные труды. - М.: АН СССР, 1956. - 637 с.
23. Прасолов Л.И. Почвы Поволжья // Почвы СССР. - М.-Л.: АН СССР, 1939. - Т.3. - С.237-278.
24. Рожественский А.П. Новейшая тектоника и формирование рельефа Южного Приуралья. – М.: Наука, 1971 – 303 с.
25. Русанов А.М., Милякова Е.А. Влияние экспозиции склона на экологию почвообразования южных черноземов Общего Сырта // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель: Материалы международной научной конференции / Под ред. Л.И.Гераско. Томск: Томский государственный университет, 2002. Том 1.- С. 92-95
26. Русанов А.М., Милякова Е.А., Трубин А.П., Новоженин И.А. Влияние ландшафтной асимметрии на экологию гумусообразования целинных степных черноземов Урала // Материалы III международного симпозиума «Степи Северной Евразии. Эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования».- Оренбург: ИПК «Газпромнефть» ООО «Оренбурггазпромсервис», 2003.- С. 420-423
27. Русанов А.М., Трегубов П.С. Условия почвообразования на водоразделах и склонах Общего Сырта // Эродированность почвы и эффективность почвозащитных мероприятий: Науч. труды Почвенного института им. В. В. Докучаева. М. 1987. – С. 119-124
28. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними – М.-Л.: АН СССР, 1948. – Т. 1 – 305с.
29. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними – М.-Л.: АН СССР, 1960. – Т.2. – 248с.
30. Солнцева В.Н. Системная организация ландшафтов. М.: Мысль, 1981, 239с.
31. Трегубов П.С., Блохин Е.В., Русанов А.М. Изменение физических свойств почв под влиянием эрозии // Вестн. с.-х. науки, 1987. №3. – С. 59-65
32. Уфимцев Г.Ф. Горные пояса континентов и симметрия рельефа Земли. – Новосибирск: Наука, Сиб.отделение, 1991. – 169с.
33. Философов В.П. К вопросу о происхождении частной асимметрии рельефа равнин. – В сб. Геоморфология и новейшая тектоника Волго-Уральской области и Южного Урала, 1959. - С. 49-55
34. Флоренсов Н.А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. – 242с.
35. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 1990. – 189 с.
36. Хоментовский А.С., Гаев А.Я., Чибилев А.А. Преобразуем родной край. – Челябинск: ЮУКИ, 1984. – 157с.
37. Шафрановский И.И., Плотникова Л.М. Симметрия в геологии. Л.: Недра, 1975. – 144с.
38. Шубников А.В., Копчик В.А. Симметрия в науке и искусстве. М.: Наука, 1972. - 340с.