

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ:  
ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ  
И ИХ РЕГИОНАЛЬНЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ**

Учебно-методическое пособие для вузов

Составители:  
В.Н. Бевз,  
А.С. Горбунов

Воронеж  
Издательский дом ВГУ  
2015

Утверждено научно-методическим советом факультета географии, геоэкологии и туризма 15 апреля 2015 года, протокол № 8

Рецензент канд. геогр. наук, доц. кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Ю.А. Нестеров

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре физической географии и оптимизации ландшафта факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета.

Рекомендуется для студентов 2-го курса (бакалавриат) факультета географии, геоэкологии и туризма.

Для направления 021000 – География

## ВВЕДЕНИЕ

Представление о геоморфологии как науке о рельефе и рельефообразующих процессах акцентирует внимание на двух взаимосвязанных аспектах, которые отражают определенную последовательность в изучении предмета геоморфологии. На первом, *статическом*, этапе внимание исследователя сосредоточено на картографировании и всесторонней характеристике рельефа. На втором, *динамическом*, на первый план выходит исследование создавших рельеф процессов. Таким образом, методологической основой формирования динамической геоморфологии служит морфодинамическая концепция, предусматривающая переход от морфологии к динамике. Сама же динамическая геоморфология трактуется как *раздел геоморфологии, посвященный изучению динамики рельефа и определяющих ее различных рельефообразующих процессов* (И.С. Щукин, 1990).

Знания по динамической геоморфологии, наряду со структурным, климатическим, историческим и другими направлениями являются необходимой базой при создании концепций рационального природопользования и охраны природы.

В настоящее время динамическая геоморфология находится в стадии становления. По объективным причинам в литературе недостаточно полно освещены вопросы, отражающие функционирование, динамику и развитие различных геоморфологических процессов, в том числе и оползневых. На восполнение этого пробела и нацелено предлагаемое учебное пособие.

Учитывая тот факт, что курс «Динамической геоморфологии» относится к региональному компоненту блока общепрофессиональных дисциплин учебного плана направления «021000 – География», представляется весьма логичным обратить особое внимание на выявление региональных особенностей оползневых процессов, скорости их действия, периодичности, направленности развития в пределах конкретной территории, в данном случае Центрального Черноземья. Оригинальный фактический материал, положенный в основу учебного пособия, получен авторами за время многолетних, в том числе полевых маршрутных и полустационарных, исследований данной территории.

### **СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЙ «ОПОЛЗЕНЬ» И «ОПОЛЗНЕВОЙ ПРОЦЕСС». СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОПОЛЗНЯ**

Термин «оползень» долгое время обозначал одновременно как процесс, событие, так и геолого-геоморфологическое образование, явление. Однако в настоящее время, когда особое внимание обращается на динамический уровень геоморфологических исследований и появилась насущная

необходимость использования оползневой информации при создании различных геоинформационных систем (ГИС), следует четко различать эти понятия.

В этой связи под **оползнем** понимают часть геологической среды, ограниченной земной поверхностью и поверхностью смещения, по которой без потери контакта с неподвижным основанием происходит ее перемещение на новый, как правило, более низкий гипсометрический уровень (рис. 1).



Рисунок 1. Продольный разрез склона с телом оползня

**Оползневой процесс**, в свою очередь, представляет собой **последовательное изменение состава, состояния и свойств оползня с момента его зарождения и перемещения на другой уровень, вплоть до полного затухания, проявляющиеся в деформациях, слагающих его горных пород** (Кюнтцель В.В., 1980).

В строении оползней различаются следующие основные элементы (рис.2):

– **оползневой цирк** – выемка, образовавшаяся на склоне в результате оползания;

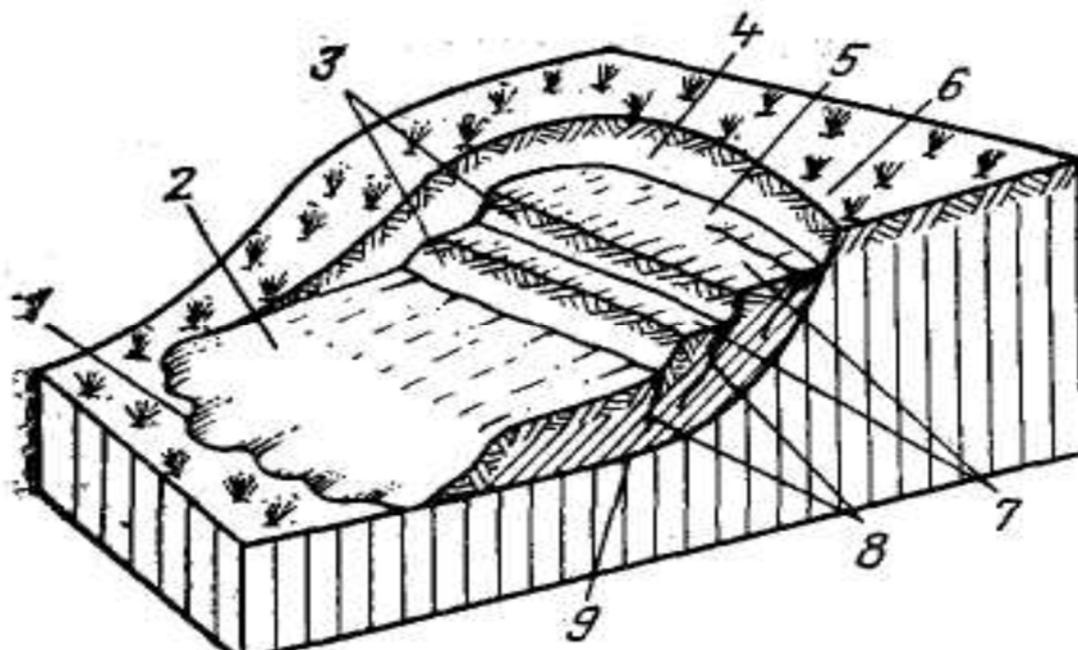
– **стенка срыва** – поверхность, по которой оползень отделился от массива пород.

– **поверхность скольжения** – поверхность, по которой происходит перемещение оползня;

– **подошва оползня, или базис оползания** – низшая точка движения оползня. Чаще всего это подошва склона, уровень дна реки, поверхность водоупорного горизонта. На одном и том же склоне может быть несколько оползней, подошвы которых располагаются на разных уровнях. Такие оползни называются многоярусными;

– **тело оползня** – массив оползших пород. В нём выделяют голову — самую верхнюю часть оползня и язык – самую нижнюю часть.

*Глубиной оползания, или захвата, склона называется мощность оползневых масс, измеренная по нормам к поверхности склона.*



*Рисунок 2. Морфологические элементы оползня: 1 – подошва или базис оползня; 2 – язык оползня; 3 – оползневые блоки; 4 – стенка срыва; 5 – голова (вершина) оползня; 6 – бровка срыва; 7 – оползневые ступени; 8 – оползневые трещины; 9 – поверхность (зона) скольжения.*

Внешний облик оползневых склонов имеет ряд признаков, по которым всегда можно установить, что склоны находятся в неустойчивом состоянии:

– там, где происходит отрыв массы пород, образуется серия концентрических трещин, ориентированных вдоль склонов;

– наличие оползневого микрорельефа: террасовидных уступов, бугристость склонов, особенно в их нижней части;

– за счет давления сползающих пород у подошвы склонов формируются валы выдавливания. Между валами и буграми при определенных условиях скапливаются поверхностные и подземные воды. Это вызывает заболоченность склонов;

– выходы грунтовых вод;

– внешним признаком оползней является так называемый «пьяный лес» – изогнутые или наклоненные в разные стороны и разорванные стволы деревьев. Аналогичным образом теряют вертикальность столбы телефонной связи и электролиний, заборы, стены. На оползневых склонах можно наблюдать разрушенные дома или здания с значительными трещинами. Характерной чертой этих трещин является наибольшее раскрытие в нижней части здания по склону.

На аэрофотоснимках оползневые явления, особенно свежие, опознаются визуально и не требуют применения инструментальных методов дешифрирования. Их дешифрирование на АФС проводится:

– по циркуобразным стенкам срыва, окаймляющим сверху сместившийся на более низкий гипсометрический уровень массив почвогрунта, темному фототону;

– часто на АФС сохраняются очертания бугристой поверхности оползневых тел.

– косвенными дешифровочными признаками являются: густая эрозивная сеть радиальной ориентировки, приуроченная к стенкам срыва и оползневым телам;

– участки выхода или близкого залегания грунтовых вод, часто дугообразной формы, с черным фототонном.

Нередко характерным признаком оползневых смещений могут служить отличия в составе и состоянии растительного покрова. Заращение оползня начинается через три года после его смещения (не считая тех участков, где растительный покров сохранился), через 10 лет наблюдается полное заращение оползня травянистой растительностью, через 20 лет – подрастающим древостоем, обычно лиственным (ольха, береза, осина) и только через 60 лет появляются хвойные породы.

## ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОПОЛЗНЕВЫХ СИСТЕМ

Оползни и оползневые процессы следует рассматривать с системных позиций. Оползневые системы – склоновые системы, а значит, для них характерны свойства, присущие склонам в целом. Среди них следует выделить:

– ***выраженность и упорядоченность потоков вещества и энергии в пределах оползневых склонов.*** Используя терминологию В.Н. Солнцева (1981) можно сказать, что для оползневых склонов характерна анизотропная форма упорядоченности. Ее сущность заключается в изменении пространственной устойчивости в одном направлении.

При этом отмечается преобладание односторонне направленного системообразующего потока вещества и энергии в пределах оползневого склона. Данный поток представлен в виде миграции вещества и энергии, которая на входе и выходе системы создает балансовую ситуацию в виде: а) баланса минеральных веществ, связанных с перемещением масс горных пород под влиянием силы тяжести; б) баланс вещества твердого стока; в) баланс вещества в растворенном состоянии; г) баланс влаги за счет подтока поверхностных и грунтовых вод; д) баланс биомассы.

Изучение особенностей миграции вещества и энергии помогает более точно установить *границы оползневых систем*. В свое время П.И. Бутов (1935) предостерегал, что изучение оползней нельзя проводить в узких рамках участка движущихся масс. Необходимо охватить такую площадь, чтобы

на основе геологических и гидрогеологических исследований оползни как физико-геологическое явление смогли бы получить свое объяснение.

По мнению А.Ю. Ретеюма (1975, с. 21), границы оползневых систем «...практически совпадают с границами потоков, границами областей выноса и привноса вещества». А это значит, что в зону влияния оползневой системы попадает и прилегающая к оползню водосборная поверхность. Другими словами, границы оползневых систем выявляются в процессе формирования стока поверхностных и грунтовых вод.

– *повышенную энергонасыщенность оползневых склонов*. Она складывается из солнечной энергии, энергии недр Земли, а также гравитационной энергии. Последняя имеет особое значение для склонов. Сила тяжести, как известно, прямо пропорциональна массе тела и направлена вертикально вниз. По закону параллелограмма сил она раскладывается на две составляющие. Одна из них направлена параллельно линии падения склона и стремится сместить массу тела вниз по склону, другая – перпендикулярна его поверхности и обуславливает величину сопротивления трения. Под влиянием силы тяжести происходит как медленное перемещение коры выветривания, так и быстро протекающие оползни, обвалы.

– *значительную контрастность оползневых склонов*. Склоны, осложненные оползневыми процессами, отличаются мозаичностью слагающих их природных комплексов в пространстве и достаточно быстрой сменой состояний во времени. Это свидетельствует о повышенной, особенно для равнинных условий, контрастности склонов. Причиной данного явления служит наличие многочисленных рубежей контрастности, в том числе орографических, петрографических, фитостромных, геохимических. Контрастность протекающих в склоновых системах природных процессов послужило основанием для выделения склонового экотона, отличающегося насыщенностью реликтовыми элементами и ландшафтами (Бережной А.В., Григорьевская А.Я., Двуреченский В.Н., 2000).

– *оползневые склоны представляют собой системы динамического равновесия*. В соответствии с принципом Ле-Шателье они стремятся изменяться таким образом, чтобы свести к минимуму эффект внешнего воздействия. Таким образом, оползневые процессы являются частью механизма перехода ландшафтов склонов и их водосборных пространств из неустойчивого, под влиянием целого ряда естественных и антропогенных факторов, состояния в относительно устойчивое.

– *четкую динамическую дифференциацию вещества в пределах склоновой системы*. Еще одной отличительной особенностью оползневых склонов является присущее им явление микрозональности. В ее основе лежит динамическая дифференциация вещества, обусловленная хорошо выраженными различиями в интенсивности и структуре геоморфологических процессов по отдельным элементам склона.

*Приводораздельная оползневая микрозона* сравнительно широкой полосой тянется выше бровки склона. Ей присущи переходные черты от междуречных ландшафтов к склоновым. Пологонаклонная поверхность микрозоны имеет различную крутизну в зависимости от региона, в котором она располагается: от 2-3° на Окско-Донской равнине до 3-8° и более на Среднерусской и Калачской возвышенностях. В данном случае наклон поверхности имеет существенное значение, так как он является одним из условий, определяющих характер современных экзогенных процессов, протекающих в микрозоне. Здесь, в частности, можно заметить проявление суффозионных процессов, влияющих на формирование западин, ложбин стока, оказывающих косвенное влияние на оползневые процессы. Удельный вес суффозионных процессов в связи с региональными особенностями возрастает на Окско-Донской равнине.

Карстовые процессы, протекающие в микрозоне, приводят к образованию воронок, порой с оплывинами грунта на их склонах, как это имеет место на левобережье Дона в районе Морозовой горы. Достаточно интенсивно развиты процессы плоскостной эрозии, крип. Выражена и линейная эрозия, тесно связанная с оползневыми процессами. В приводораздельную микрозону своими отвершками проникают овраги, сформировавшиеся в песчано-глинистых отложениях и осложненные оползнями. Их можно наблюдать в Донском Белогорье у с. Евдаково, с. Михнево и др. Кроме того, при наклоне приводораздельного склона в 5-6° сюда своей головной частью, как это имеет место на севере Калачской возвышенности в районе с. Русская Журавка, на правобережье Дона севернее с. Колыбелка, с. Урыв, заходят оползни.

*Прибровочная оползневая микрозона* охватывает пространство, расположенное вокруг бровки, т.е. выпуклую верхнюю часть склона. Она отличается близким к поверхности залеганием коренных пород, слабо прикрытых рыхлыми, более молодыми отложениями. В микрозоне наблюдается интенсивное проявление оползневых процессов, тесно взаимодействующих с эрозионными, о чем свидетельствует наличие останцовых форм рельефа эрозионно-оползневого происхождения. В прибровочной части склонов часто происходит выклинивание грунтовых вод, водоносный горизонт которых формируется на глинах различного возраста. Подобное явление можно наблюдать на правобережье Дона у г. Семилуки, п.г.т. Подгорное; на правобережье р. Вороны, особенно между г. Кирсановым и г. Уварово; левобережьях рек Цны, ниже устья р. Челновой, р. Серп и др.

*Среднесклоновая оползневая микрозона* занимает более пологую часть склонов с хорошо развитым делювиальным покровом, в генезисе которого существенную роль играют оползневые процессы. При этом мы придерживаемся мнения о полигенетическом происхождении делювия. Значительная

рельефоформирующая роль в микрозоне принадлежит оползням и оплывинам. Здесь происходит транзитное перемещение оползневых масс, приводящее в первую очередь к нарушению почвенно-растительного покрова.

*Нижнесклоновая оползневая микрозона* располагается у подножий склонов, где располагается базис оползания, под которым подразумевается условная горизонтальная поверхность, проходящая через нижнюю точку пересечения поверхности смещения оползня с дневной поверхностью. К ней приурочены делювиальные шлейфы. Сюда опускаются языки оползней, где движение их прекращается. В пределах этой микрозоны находится бичевник с его микрооползнями.

Таким образом, к различным микрозонам могут быть приурочены оползни, имеющие индивидуальные черты развития. Вместе с тем, немало оползней, которые захватывают склон полностью и располагаются в пределах всех его микрозон.

## **ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ**

Оползневой процесс – сложный процесс, происходящий под влиянием целого комплекса факторов (табл.1). В ряде случаев одной из главных причин образования оползней является интенсивный подмыв берега рекой или водохранилищем, в результате чего увеличивается крутизна склона и его напряженное состояние, что и приводит к нарушению равновесия.

Значительное влияние на оползневые процессы оказывают атмосферные осадки. Отмечается активизация оползней в конце дождливого периода, после снеготаяния, когда наблюдается максимальное насыщение грунтов водой.

Оползням также способствует изменение консистенции глинистых пород склона под воздействием процессов выветривания и периодического смачивания поверхностными и (или) подземными водами. При выветривании в глинах нарушается монолитность, насыщенная водой, она приобретает пластическое состояние и сползает, увлекая за собой и вышележащие породы склонов.

Причинами оползней, связанными с подземными водами, является суффозия и гидродинамическое давление. На крутых склонах, сложенных породами, содержащими водоносные горизонты, выходят источники грунтовых вод, которые выносят с собой мелкие частицы водовмещающей породы и различные растворимые вещества, что приводит к разрыхлению водоносного слоя, как бы к подкапыванию склона (суффозия). В результате более высокие части склона, расположенные над водоносным горизонтом, становятся неустойчивыми и сползают вниз.

Подземные воды, двигаясь к областям дренирования, создают определенное гидродинамическое давление близ выхода на поверхность склона.

Таблица 1

## Перечень основных факторов-процессов возникновения оползней

Природные факторы	Техногенные факторы	Характер и результаты воздействия
<i>Факторы, изменяющие свойства пород, слагающих склон или откос</i>		
Выветривание пород	Разрушение пород строительными, горными и другими работами	Уменьшение прочности пород за счет изменения их физического состояния
Увлажнение природными водами	Увлажнение техногенными водами	Уменьшение прочности пород за счет их разуплотнения, набухания и размокания
Изменение температуры пород	Оттаивание ММП при разработке МПИ и эксплуатации сооружений	Уменьшение цементационных связей, уменьшение прочности
Суффозионный вынос	Фильтрационный вынос (выпор)	Уменьшение плотности и прочности песчано-глинистых пород
Вековая ползучесть горных пород	Продолжительность эксплуатации откосного сооружения	Реологические изменения, уменьшение прочности
Выпадение цементирующих соединений из природных растворов	Техническая мелиорация горных пород	Увеличение прочности и устойчивости горных пород
<i>Факторы, изменяющие напряженное состояние пород приоткосного массива</i>		
Эрозия и абразия	Подрезка природных склонов	Увеличение угла наклона склонов и откосов, возрастание сдвигающих усилий
Изменение базиса эрозии	Углубление выемки	Увеличение высоты склонов и откосов, возрастание сдвигающих усилий
Изменение уровня грунтовых вод	Осушение карьерных полей	Формирование гидростатического и гидродинамического давления воды
Затопление атмосферными осадками и поверхностными водами	Затопление и подтопление при строительстве гидротехнических сооружений	То же
Пригрузка склонов делювием и обвальными массами	Статическая и динамическая нагрузка от сооружений и транспорта	Возрастание сдвигающих усилий, формирование порового давления
Землетрясения	Наведенные землетрясения, промышленные взрывы	То же
Аккумуляция аллювиально-делювиальных отложений	Террасирование, подпорные сооружения	Увеличение удерживающих усилий. Возрастание коэффициента устойчивости

Особенно это проявляется в тех случаях, когда водоносный горизонт гидравлически связан с рекой. В моменты половодий речные воды питают подземные, вследствие чего их уровень также поднимается. Спад полых вод в реке происходит сравнительно быстро, в то время как понижение уровня грунтовых вод идет сравнительно медленно. Получается разрыв между уровнями подземных и речных вод, чем и создается дополнительное гидродинамическое давление. В результате может произойти выдавливание присклоновой части водоносного слоя, а вслед за этим оползание горных пород вышерасположенной части склона. В связи с этим в ряде случаев отмечается активизация оползней после паводка.

Среди других факторов, способствующих оползанию масс почвогрунта по склону, следует указать на условия залегания горных пород. К ним относятся следующие: падение пород в сторону реки, водохранилища, днища балки, особенно если среди них имеются слои глин; наличие тектонических трещин, падающих в том же направлении; степень выветривания пород и др. (Якушова А.Ф., 1983).

При прочих равных условиях существенной причиной нарушения равновесия горных пород является значительная крутизна склона или откоса. В.Д. Ломтадзе (1977) приводит пример расчета изменения устойчивости делювиальных суглинков на склоне (табл. 2).

*Таблица 2*

*Изменение устойчивости склона в зависимости от его крутизны*

Угол наклона	Заложение	Коэффициент устойчивости
45°	1 : 1	0,35
36-40°	1: 1,5	0,53
26-33°	1 : 2	0,72
21-48°	1 : 2,5	0,91
18-25°	1 : 3	1,11
11-20°	1 : 5	1,96

Из таблицы видно, что рассматриваемый склон крутизной 21° и более имеет коэффициент устойчивости меньше единицы. Следовательно, он неустойчив и надо ожидать развития оползневых процессов. С уменьшением крутизны до 19° суглинки на склоне приобретают предельное равновесие, т.е. коэффициент устойчивости их становится равным единице, а при еще более пологом угле наклона возникает запас устойчивости пород на склоне.

Глубина расчленения территории также оказывает определенное воздействие на ход оползневых процессов. Об этом свидетельствует достаточно высокий коэффициент корреляции между интенсивностью проявления оползневых процессов и глубиной расчленения равный 0,85. Наглядно эта зависимость прослеживается на рисунке 3.

Поиск путей поддержания и восстановления динамического равновесия в склоновых системах в условиях все возрастающей антропогенной

нагрузки требует проявления особого интереса к вопросу о степени и характере участия в формировании оползней антропогенных факторов.

В литературе этот вопрос рассмотрен довольно слабо. Можно сослаться на работы Ф.В. Котлова (1970, 1973, 1978), в которых он приводит классификацию антропогенных и природно-антропогенных оползней.

На территории Центрального Черноземья отчетливо выделяются природные комплексы двух классов: естественные и антропогенные. Последние, в свою очередь, разделяются на две категории: собственно антропогенные и естественно-антропогенные. Обе категорий природных комплексов имеют антропогенный генезис, но различаются по длительности влияния на них антропогенных факторов.

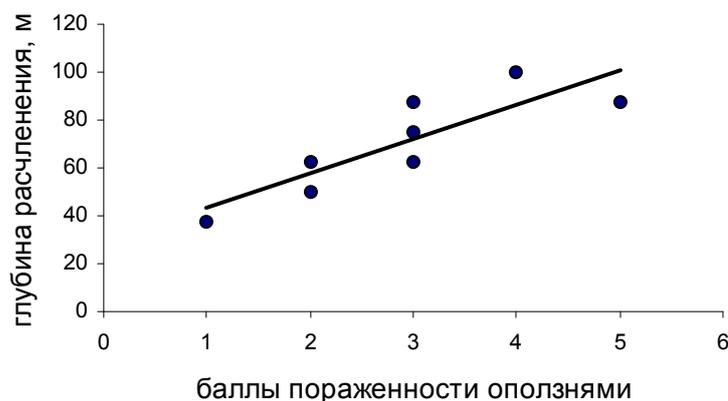


Рисунок 3. График корреляционной зависимости между поражённостью оползнями и глубиной эрозионного расчленения Центрального Черноземья

Применительно к оползням следует различать *собственно антропогенные оползни*, т.е. оползни антропогенного происхождения, в развитии которых вмешательство человека не прекращается, и *естественно-антропогенные* – созданные под влиянием деятельности человека, оставленные без его внимания, развивающиеся по естественным законам. В соответствии с этим в Центральном Черноземье, подавляющее число оползней относится к категории естественно-антропогенных. Однако, если на оползне проводятся противооползневые мероприятия, и он превращается в естественно-техногенную систему, его можно отнести к антропогенной категории. Из этого следует, что принадлежность оползней к первой или второй категории носит временной характер и зависит от изменяющейся обстановки во взаимодействии человека и окружающей среды.

Естественно-антропогенные оползни отличаются своеобразием. Под влиянием деятельности человека расширяется география распространения оползней, нарушается ритмичность и цикличность оползневого процесса, усиливается его динамизм. Человек при этом действует не прямо, а косвенно, опосредованно. Воздействуя на склон, он ослабляет его устойчивость, создает потенциальные возможности для образования оползней, которые реализуются уже в результате проявления естественных механизмов.

Не случайно Ф.Н. Мильков (1973) по целенаправленности возникновения выделяет оползни как сопутствующие антропогенные комплексы, непосредственно не созданные человеком. Другими словами, рассматриваемые оползневые системы – это *эпиантропогенное явление*: изменение под влиянием антропогенных факторов одних систем (склоновых), вызывает к жизни другие (оползневые).

Функционирование оползневых систем как систем более низкого таксономического уровня приспособлено к функционированию склонов как систем более высокого уровня организации. При этом естественные и антропогенные факторы в одном случае воздействуют на склоны естественного происхождения с уже сложившейся ландшафтной структурой, в другом – на откосы с нарушенной ландшафтной структурой. В этой связи в рамках естественно-антропогенной категории выделяются оползни: 1) сформированные на естественных склонах; 2) сформированные на искусственных откосах.

Функционирование оползней на естественных склонах происходит в условиях: а) установившегося динамического равновесия склонов, прошедших длительный эволюционный путь развития; б) сложного комплекса природных факторов, характеризующегося сложившимися взаимосвязями; в) отрегулированного обмена веществом и энергией.

В условиях искусственного откоса дооползневой этап в процессе развития оползней практически отсутствует, их функционирование зависит: а) от подстилающей поверхности склонов, на которых располагаются отвалы; б) литологического состава с нарушенной структурой залегания пород и способа их отсыпки; в) экзогенных процессов, протекающих на откосах в отсутствии почвенно-растительного покрова; г) инфильтрационной способности насыпных пород при нарушенном водном режиме.

Разнообразие естественно-антропогенных оползней, закономерности их распространения обусловлены определенными видами хозяйственной деятельности человека, проводимой в благоприятной для оползневых процессов природной обстановке.

## **ОБЩИЕ ЧЕРТЫ СТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДИНАМИКИ ОПОЛЗНЕВЫХ СИСТЕМ**

Оползни следует рассматривать как динамические системы, которые состоят из разных элементов и обладают сложными структурными связями. Начальным шагом к познанию системы и ее структуры служит анализ *вертикальных связей*. К вертикальным относятся межкомпонентные связи. При этом мы исходим из того, что все компоненты, тесно взаимосвязанные между собой, равноценны. Вместе с тем значимость каждого из них может быть объективно оценена лишь в конкретно взятой обстановке, изменяющейся во времени и в пространстве.

При изучении вертикальных связей, в первую очередь, следует обратить внимание на тип оползневых систем. Так, например, оползневые системы, сформировавшиеся под преобладающим влиянием гидрогеологических условий, имеют наиболее сильные связи между горными породами и грунтовыми водами; оползневые системы, сформировавшиеся под преобладающим воздействием подмыва, обладают наиболее сильными связями между горными породами и поверхностными водами и т.д.

Вместе с тем, большая роль в формировании структуры оползневых систем принадлежит горизонтальному потоку вещества и энергии. С его помощью осуществляются *горизонтальные связи* между структурными частями оползней.

На оползневом склоне могут быть выделены следующие взаимосвязанные структурные части оползневых систем, последовательно сменяющих друг друга и обладающие индивидуальными чертами функционирования и динамики:

1. зона постепенной трансформации склонов под влиянием медленного течения грунта выше бровки оползня;
2. зона коренного преобразования склона вследствие регрессивного развития оползня;
3. зона формирования оползневого склона в условиях транзита оползневых масс;
4. зона надвига и аккумуляции оползневых масс.

Каждая из выделенных зон оползневого склона, в свою очередь, состоит из более мелких, присущих только ей структурных элементов. Так, *зона медленного течения грунта* представляет собой участок коренного склона с еще практически не нарушенными взаимосвязями между абиогенными и биогенными компонентами. Здесь возможно проявление суффозионных процессов в виде западин, а также наличие трещин разрыва почвогрунта, свидетельствующих о потенциальных возможностях оползневого смещения.

В *зоне регрессивного оползания*, где обычно выклиниваются грунтовые воды, происходит интенсивная подготовка грунта к оползанию, образуются трещины отрыва, формируются блоки проседания. В ней намечается нарушение связей, сложившихся ранее на коренном склоне.

Наиболее сложна в структурном отношении *зона транзита оползневых масс*. Она представлена ложбинами запрокидывания, аквальными комплексами, оползневыми ступенями, буграми вспучивания и др. Формирование этих новых элементов структуры оползневого склона тесно связано с формированием зачастую качественно новых компонентов оползневой системы: оползневых масс (деляпсия), почв, растительности.

Менее сложна *зона надвига и аккумуляции оползневых масс*. Она представляет собой нижнюю часть склона с наплывшими на нее оползневыми

языками. У основания склона в отдельных случаях располагается конус выноса, образование которого связано с размывом и переотложением оползневых масс.

Особенностью структурной модели, представленной на рис.5, является отражение сложных взаимосвязей, во-первых, между компонентами оползневой системы; во-вторых, между компонентами и структурными элементами; в-третьих, прослеживается последовательная взаимосвязь между подсистемами оползневого блока и составляющими их более мелкими структурными подразделениями.

Со структурой тесно связано функционирование геоморфологических, в том числе оползневых, систем. Структура отображает строение системы, в то время как функционирование – способ ее поведения.

Функционирование систем – устойчивая последовательность постоянно действующих процессов передачи энергии, вещества и информации, обеспечивающая сохранение того или иного характерного для системы состояния. Следует отметить, что процесс функционирования тесно связан с динамикой систем, что и находит отражение в представленной функционально-динамической модели оползневого склона (рис.6).

Как следует из этой модели, оползневой склон проходит 3 этапа развития: предоползневой, оползневой, послеоползневой. На всех этих этапах функционирование склона происходит в условиях постоянного перераспределения солнечной радиации и поверхностного стока, а также процессов выветривания, плоскостного смыва, линейного размыва.

В свою очередь, каждому состоянию склона свойственны процессы, через посредство которых осуществляется его функционирование, что и отражено в модели в виде отдельных блоков. Так, функционирование *предоползневого склона* приводит к нарушению его динамического равновесия. Это происходит под влиянием таких процессов, как инфильтрация, сток грунтовых вод, просадка грунта, связанная с суффозией, изменение консистенции глинистых пород, глубинная ползучесть.

Для *оползневого состояния склонов* функционирование осуществляется через посредство иных процессов, таких как горизонтальное и вертикальное перемещение масс почвогрунта под действием силы тяжести, их смещение на более низкий гипсометрический уровень, крипа, формирование оползневых почв, флуктуацию и сукцессию растительного покрова и др.

В процессе оползания нарушается структура естественного залегания пород, наблюдается своеобразная геологическая инверсия. Это влечет за собой изменение как физических, так и химических свойств склоновых отложений. Происходит превращение пород, вовлеченных в оползневой процесс, в отложения иного генезиса. Е.В. Шанцер (1966) обоснованно выделяет отдельный генетический тип склоновых отложений – оползневые накопления или деляпсий. Среди его особенностей отмечается быстрое изменение свойств

под влиянием неоднородности и непостоянства среды континентального литогенеза (Аносова А.А., Коробанова И.Г., Копылова А.К., 1976).

С нарушением структуры коренных отложений наблюдается нарушение режима грунтовых вод и поверхностного стока. Происходит дренаж грунтовых вод. С появлением оползней нередко иссякают грунтовые воды в прилегающих к ним местах. Вместе с этим затрудняется сток грунтовых вод вниз по склону. Они вынуждены концентрироваться в местах понижений оползневых тел, образуя зачастую многочисленные озерца и заболоченные участки. В связи с застаиванием грунтовых вод наблюдается переувлажнение грунтов тела оползня, изменение их консистенции, усложнение динамики. Переувлажнение деформируется стимулируется также за счет поверхностного стока.

Под воздействием оползневых процессов изменяется форма склонов, усложняется их микрорельеф. Более того, в классификации М.В. Пиотровского и Н.В. Башениной (1968) оползневые склоны выделяются в особый генетический тип. Однако существует и другая точка зрения. Так, Е.П. Емельянова (1972) считает, что оползневые процессы не могут создать склоны там, где их раньше не существовало. Напротив, они являются процессом, способствующим ликвидации склонов.

Оползневые процессы приводят к частичному или полному нарушению почвенно-растительного покрова. Создаются новые условия почвообразовательного процесса, отличного от первоначального, хотя некоторые свойства исходных почв и наследуются.

Исходными на территории Центрального Черноземья являются почвы лесного и степного генезиса, которые под влиянием оползневых процессов преобразуются и приобретают генетическую самостоятельность. Оползневые почвы подразделяются на автоморфные, гидроморфные, литогенные и др. Особое внимание обращают на себя гидроморфные почвы как результат заболачивания поверхности оползней грунтовыми и поверхностными водами.

Оползневые почвы отличаются молодостью, генетический профиль их нередко не соответствует идущим в них процессам. По степени нарушения профиля исходных почв выделяются профильно-инверсионные, когда происходит смятие; профильно-деформированные с изначальной ориентацией горизонтов, с резко измененной плотностью, разбитые на блоки с заполнением трещин разрыва органо-минеральной массой; профильно-совмещенные (вторичногумусовые, вторичнокарбонатные, вторичнозасоленные, дренированные и т.д.; эродированные оползневые почвы, подвергшиеся водной и ветровой эрозии; насыпные, намытые почвы; иловые (донные отложения); оплывинные т.е. смещенные в жидко-пластичном состоянии и др. Все это дает основание оползневые почвы рассматривать как результат специфического, самостоятельного почвообразующего процесса (Холмецкий А.М. 1974).

Зачастую заново складываются растительные ассоциации оползней. Исходным является растительный покров, оползший вместе с массой грунта вниз по склону. Однако, попав в новые экологические условия, он, как правило, претерпевает коренные изменения. В связи с пестротой наблюдаемых на оползнях экологических условий, растительный покров развивается в различных направлениях: по пути ксерофитизации (остепнения) и олуговения. На чистых полях появляется пионерная растительность. Происходят коренные изменения зональной растительности и биологическая приспособляемость отдельных видов (например, мать-и-мачеха) к определенным условиям делает эти виды азональными.

Для *послеоползневого состояния склонов* характерно снижение активности функционирования. Происходит денудация стенки срыва и накопление делювия, нивелирование микрорельефа тела оползня за счет, прежде всего, процессов плоскостного смыва и крипа. Биотическая часть системы вступает в сложные взаимосвязи с абиотической частью. Биоценоз при этом выступает как стабилизирующий фактор. Наблюдается стабилизация оползневого склона.

Наряду с активным функционированием для оползневых систем характерна высокая динамичность.

Прежде всего, следует отметить неравномерность и разнонаправленность поступательного движения оползней. Одна часть оползневых масс движется вниз по склону, другая выжимается кверху, третья испытывает просадку. Оползни в процессе пространственной динамики постоянно расширяют свои границы как за счет отступления стенки срыва (регрессивное оползание), так и за счет движения оползневых масс вниз по склону (трансгрессивное оползание).

Различна и скорость движения оползней: от нескольких сантиметров в год до катастрофического смещения, когда в считанные минуты огромные массы горных пород оказываются перемещенными на значительное расстояние. Именно так случилось с Белогорским оползнем (Павловский район Воронежской области) на правом берегу Дона, который на 2/3 перегородил русло реки.

Каждой форме оползневого смещения соответствует определенное сочетание разновидностей оползневых тел. Например, оползни скольжения могут иметь оползневое тело в виде монолитного блока. Ступенчатость оползневой поверхности является следствием неоднократных срывов почвогрунта при вращательном движении и т.д.

Динамика оползневых систем во времени носит отчетливо выраженный циклический характер. Цикличность развития оползней проявляется в случае, когда повторяемость оползневого процесса наблюдается в пределах одного и того же участка склона. Принято различать разовые и повторяющиеся циклы, в течение которых оползневой процесс проходит все основные

стадии развития: 1) подготовки оползня (ухудшение условий общего равновесия склона); 2) основного смещения (восстановление общего равновесия склона); 3) вторичных смещений (восстановление локальных условий равновесия склона); 4) стабилизации (Емельянова Е.П., 1970).

В оползневом процессе наглядно прослеживается проявление закона ритмичности. Под ритмичностью оползневого процесса понимается «...закономерная повторяемость массовой активизации оползневых явлений... под воздействием определенной совокупности природных и антропогенных факторов. Отсюда вытекает понятие о ритме как отрезке времени между двумя закономерно повторяющимися экстремальными значениями активизации оползневого процесса» (Кюнтцель В.В., 1980, с. 95-96).

Большое значение для практики имеет годовой ритм или сезонность оползневых процессов. Устойчивость склонов в условиях Центрального Черноземья резко колеблется по сезонам года, что связано с периодическим промерзанием поверхности почвогрунтов, со значительным колебанием их влажности и консистенции. Максимальная снеговая нагрузка совпадает с максимумом промерзания и высокой прочностью грунтов, вследствие чего устойчивость склонов остается практически неизменной. Наименьшая устойчивость склонов и большая насыщенность водой с поверхности почвогрунтов наблюдается в период снеготаяния весной и реже, в период затяжных дождей, осенью.

Для целей прогнозирования развития деструктивных экзогенных процессов интерес представляют десяти-, одиннадцатилетние ритмы. Они устойчивы, со сравнительно небольшим (один год) разбросом отклонений от средних значений их периодов. В.В. Кюнтцель (1980), проводивший прогнозную оценку хода развития оползневого процесса европейской территории России, предполагал наступление вероятного максимума десятилетней ритмичности в 1995 году, а максимум одиннадцатилетнего ритма – в 1996 году. Как показывают непосредственные наблюдения в пределах Центрального Черноземья активизация оползневых процессов совпала с прогнозными данными В.В. Кюнтцеля. Следующий «всплеск» оползневой активности на этой территории следует ожидать в 2004-2005 годах.

На динамичность оползневых процессов оказывает значительное влияние деятельность человека. При этом появляются аритмичные оползни, нарушающие общий ход развития оползневых процессов в регионе. Нарушается не только ритмичность, но и цикличность оползневого процесса, так как при значительном воздействии антропогенных факторов происходит выпадение отдельных этапов развития оползней, ускоряется срок наступления стадии их основного смещения, сокращается продолжительность цикла в целом (Кюнтцель В.В., 1980).

## КЛАССИФИКАЦИЯ ОПОЛЗНЕЙ. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ СТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДИНАМИКИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОПОЛЗНЕЙ

Оползни отличаются значительным разнообразием форм проявления. В этой связи в литературе приводится целый ряд их классификаций, построенных, как правило, с учетом какого-либо одного признака.

При изучении динамических аспектов оползневых процессов наибольший интерес представляют следующие классификации оползней.

Динамика оползневых процессов характеризуется определенными закономерностями их развития во времени. В этой связи И.В. Поповым была предложена классификация оползней по возрасту, из которой следует, что современные и древние оползни приурочены к различным базисам оползания (табл. 3):

*Таблица 3*

*Схема подразделения оползневых явлений по возрасту*

Возраст оползней	Вид оползней	Состояние равновесия масс горных пород
Современные, отвечающие современному положению базиса эрозии и уровня абразии	Движущиеся (активные)	Процесс установления равновесия продолжается
	Приостановившиеся (временно стабилизированные)	Действие силы, вызывающей нарушение равновесия, временно уравновешено факторами устойчивости
	Остановившиеся (стабилизированные)	Силы, нарушающие равновесие, временно устранены
	Закончившиеся (полностью стабилизированные)	Действие силы, вызывающей нарушение равновесия, исчерпано
Древние, не отвечающие современному положению базиса эрозии и уровня абразии	Открытые	Оползневое тело выходит на поверхность
	Погребенные	Оползневое тело перекрыто позднейшими отложениями

По характеру движения блоков оползни подразделяются на соскальзывающие и выталкивающие, названные А.П. Павловым *деляпсивными* и *детрузивными*. *Деляпсивные оползни* развиваются путем свободного скольжения блоков под действием своего веса при сравнительно ровной поверхности склона и положения базиса оползания на уровне подошвы или выше нее. Обычно эти оползни возникают в нижней части склона. *Детрузивные оползни* бывают более крупными и возникают чаще в верхней части склона. Базис оползания располагается ниже уровня лежащих впереди горных пород, которые при оползании выталкиваются. Тело оползня при этом в нижней ча-

сти оказывается интенсивно разрушенным. Кроме того, бывают оползни *смешанного типа* когда при наличии более пологой нижней части склона сползающий блок лишь толкает перед собой нижняя часть оползневого тела.

Еще одним критерием классификации оползней служит механизм оползневого процесса. Выделяемые при этом типы оползней, наиболее распространенные в пределах Центрального Черноземья, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Схема типизации оползней по механизму оползневого процесса

Тип оползней	Характер развития оползневых деформаций	Вид оползней	Специфические признаки и условия образования оползней	Упомянутые в литературе другие названия оползней данного типа или вида
Оползни сдвига	Сдвиг с блоковым смещением тела оползня по вогнутой криволинейной или плоской поверхности	Срезающие 	Форма в плане - циркообразная или фронтальная. Подошва оползня: не приурочена к поверхностям ослабления, линия скольжения близка к дуге окружности	Оползни скольжения, блоковые, «собственно оползни». Оползни среза с вращением, оползни срезания
		Консеквентные 	Преимущественно совпадает с поверхностью (поверхностями) ослабления	Оползни соскальзывающие (соскальзывания), структурные, оскользны
		Срезающе-консеквентные 	Частично совпадает с поверхностью (поверхностями) ослабления	Оползни срезающе-соскальзывающие
Оползни выдавливания	В головной части оползня происходит выдавливание приподошвенного слоя из-под вышележащего «жесткого» смещающегося блока, в средней и языковой частях - блоковое смещение по определенной поверхности 	Форма в плане - фронтальная. Наличие у бровки склона высокого крутого уступа, примыкающего к полосе оползневых накоплений. Присутствие в коренном массиве слабого слоя на отметках ниже подошвы этого уступа. Как правило горизонтальное залегание коренных пород	Оползни структурно-пластические, раздавливания, блоковые	
Оползни вязкопластические	Смещение происходит в виде вязкого или вязкопластического течения, величины смещения на дневной поверхности больше, чем у подошвы оползня		Наличие вблизи поверхности склона сравнительно рыхлых пород, способных к ползучести	Оползни течения, консистентные
		Оползни-потоки 	Форма в плане вытянутая по оси оползня. В головной части оползня обычно происходит обводнение подземными или поверхностными водами. Подвижки могут повторяться в течение ряда лет и даже десятилетий	Земляные потоки
		Сплывы 	Форма в плане - обычно округлая. Приурочены к относительно крутым уступам на участках повышенной увлажненности пород у поверхности склона	Оползни-сплывы
	Оплывины 	Форма в плане - округлая, глубина - в пределах зоны сезонного промерзания. Возникают при весеннем оттаивании, часто при отсутствии подземных вод	Оплывы	

Тип оползней	Характер развития оползневых деформаций	Вид оползней	Специфические признаки и условия образования оползней	Упомянутые в литературе другие названия оползней данного типа или вида
Оползни гидродинамического выноса	Смещение происходит в виде вытекания песчаных водоносных грунтов с вовлечением в движение пород, залегающих над ними	-	-	Оползни выплывания
		Суффозионные оползни 	Форма в плане вытянутая или циркулярная. Смещение развивается регрессивно (постепенное распространение головы оползня вверх по склону)	Суффозионно-структурные оползни
		Оползни гидродинамического выпора 	Смещение происходит единым массивом с последующим растеканием тела оползня	
Оползни внезапного разжижения	Смещение происходит при быстром разрушении структурных связей водонасыщенных глинистых пород с последующим стеканием их вниз по склону (вышезалегающие породы вовлекаются в смещение)		Тело оползня быстро продвигается вниз по рельефу на большие расстояния	Оползни-потоки в лессовых породах Средней Азии, оползни «норвежского типа»

Условные обозначения: 1, 2 – рельеф соответственно перед началом и после завершения подвижки оползня; 3 – уровень грунтовых вод; 4 – раздавленные и выдавленные породы (в головной части оползня выдавливания); 5 – оползневые накопления, имевшиеся на склоне до образования оползня выдавливания.

Одним из основных критериев для выделения типов оползней должен служить генезис – способ происхождения, predetermined комплексом процессов и факторов, среди которых один или несколько является ведущим. Выбор генезиса для классификации оползней основывается на убеждении в том, что способ происхождения во многом определяет наиболее общие черты морфологии, динамики и функционирования оползней.

Основываясь на сходстве причин образования оползней можно выделить следующие основные *генетические типы оползней*: сейсмогенные, гидрогеологенные, климатогенные, гидрогенные, полигенные. Для того, чтобы классификация носила комплексный характер и отражала их конкретные региональные особенности она должна быть многоступенчатой и отражать критерии дифференциации, представленные в табл.5.

*Оползни гидрогеологенного типа.* К гидрогеологенному типу относятся оползни, которые сформировались под преобладающим воздействием увеличения гидростатического и гидродинамического давления в результате изменения уровня грунтовых вод, связанного с режимом выпадения дождевых осадков, снеготаянием, а также подпорными явлениями в зоне водохранилищ, пополнением грунтовых вод хозяйственными и бытовыми водами и т.п.

Как показывают непосредственные наблюдения, оползни этого типа преобладают на территории Центрального Черноземья. Кроме того, зачастую они достигают значительных размеров – до 1 км в диаметре.

Таблица 5

*Генетическая классификация склонов*

Таксономические единицы	Критерий выделения	Содержание
Тип	Ведущий фактор образования	Сейсмогенные, гидрогенные, климатогенные, гидрогеологенные, полигенные
Род	Литологические свойства пород	В псичем мелу и мергелях; девонских известняках с прослоями глин; палеогеновых глинах; Четвертичных суглинках и т.д.
Вид	Морфологические черты	Цирковидные, фронтальные, глетчеровидные и т.д.

Оползни гидрогеологенного типа обладают ярко выраженными диагностическими признаками, что позволяет обычно без особых трудностей распознать их в натуральных условиях. Как правило, они принадлежат к оползням 1-го порядка (с захватом коренных пород). В результате наличия выходов грунтовых вод при достаточно однородном литологическом составе пород, слагающих склон, оползни приобретают классическую цирковидную форму в плане. Особенно четко такая форма выражена у оползней мелового юга Среднерусской возвышенности. На ее известняковом севере, в связи с большей обводненностью, нередко наблюдаются пластовые выходы грунтовых вод. Это приводит к слиянию отдельных цирковидных оползней и формированию оползней фронтального типа.

Сложный микрорельеф оползней гидрогеологенного типа, представленный сочетанием отдельных оползневых блоков, ложбин запрокидывания, бугров выпирания, оползневых языков приводит к дифференциации условий увлажнения и как результат к мозаичности почвенно-растительного покрова. Тем не менее, в структуре оползней значительная роль принадлежит гидроморфным комплексам. Постоянное увлажнение подземными и атмосферными водами приводит зачастую к заболачиванию и развитию влаголюбивой растительности. Особенно наглядно этот процесс наблюдается на севере Центрального Черноземья, где увлажнение оползней может протекать настолько интенсивно, что они практически целиком превращаются в «висячие» болота. Гидрогеологенные оползни – явление многоцикличное. Причина этого заключается в том, что действие гидрогеологического фактора отличается значительным постоянством. Поэтому оползни этого типа проходят длительный эволюционный путь развития. Образно их можно назвать «вечными» оползнями. В развитии оползневых комплексов гидрогеологенного типа четко проявляется

ритмичность оползневого процесса. Их активизация наблюдается, как правило, в весенний период во время снеготаяния, а также в осенний период, что связано изменением уровня грунтовых вод после затяжных дождей. Кроме того, данный тип оползней наиболее четко подвержен 11-летней ритмичности, когда наблюдается массовая активизация оползневых процессов на территории Центрального Черноземья.

*Оползни климатогенного типа.* Этот тип оползневых ландшафтов в пределах Центрального Черноземья образуются в покровных отложениях, находящихся в сфере сезонных колебаний метеорологических условий, а также в результате их переувлажнения хозяйственными и бытовыми водами.

Их формирование зависит от наличия глинистых пород, делювия, приуроченности к эрозионным ложбинам на склонах, экспозиции склонов и режима изменяющихся метеорологических показателей. Под влиянием климатических условий возникают различные формы движения масс почвогрунта. Наиболее распространенные формы – оползни-потоки и оплывины.

Свое название оползни-потоки получили в связи с особенностями движения – пластического течения, вследствие которого они приобретают линейно вытянутую вдоль склона форму в виде «глетчерного» потока.

Оплывина – это смещение (оплывание) маломощных слоев почвы и (или) делювиальных отложений при переувлажнении их водой в дождливые периоды, а также при снеготаянии. Морфология оплывин может быть самой разнообразной: каплевидной, эллипсовидной и др.

Таким образом, для климатогенных оползней характерны: маломощность, незначительные размеры, повсеместность распространения, простота морфологической структуры (оползни, как правило, представляют собой простое урочище), практическое отсутствие стенки срыва, короткий (1-3 года) цикл развития.

*Оползни гидрогенного типа.* Оползни этого типа формируются под преобладающим влиянием глубинной эрозии, подмыва склонов постоянными или временными водотоками, а также подрезки склонов при прокладке шоссе и железных дорог, абразионной деятельности водохранилищ и т.п.

Обособленное воздействие глубинной эрозии встречается достаточно редко. Гораздо чаще оно проявляется совместно с боковой эрозией, достигая наибольшей силы в период половодья. Под их влиянием, а зачастую и при благоприятных гидрогеологических условиях, устойчивость склонов нарушается, что приводит к образованию оползней.

Наглядно это прослеживается в приуроченности очагов активных оползней к вогнутым, подмываемым берегам рек. На многих участках, где современное русло непосредственно подмывает коренной берег, оползни захватывают весь склон и даже дно реки.

Отчетливо прослеживается зависимость оползневых процессов от стадии развития подмываемых участков склонов долин рек. Большинство речных подмывов давние. Для них характерно затухание оползневых процессов. Об этом свидетельствуют подмывы на Дону, Оке и других реках.

Наиболее интенсивно описываемый тип оползней развит на склонах относительно молодых долин рек. В качестве примера можно привести участок долины Дона, расположенный между Среднерусской и Калачской возвышенностями, который сформировался в четвертичный период. Именно к нему приурочены наиболее крупные современные оползни в районе сел Белогорье, Колыбелка, Сторожевое, Урыв, Щучье и др. Классический пример современного подмыва, в формировании ландшафтной структуры которого решающее значение принадлежит оползневым процессам, отмечается в долине Хопра, в окрестностях г. Новохоперска.

Случаи активизации оползней боковой эрозией имеют место при прорыве плотин прудов талыми водами. Разрушение плотин обычно происходит в местах неудачно построенного водосброса в непосредственной близости от одного из бортов прудов. При этом водный поток, отбрасываемый плотиной, начинает энергично подмывать устойчивый ранее берег и уже в первый год вызывает оползень, продолжающий расти еще в течение нескольких лет. Наглядный пример такого явления приводится, в частности, в работе В.Б. Михно, А.И. Доброва (2000) на территории Калачской возвышенности в балке «Горбатый яр» (бассейн р. Осередь). На правом крутом склоне балки выявлены многочисленные оползни трех морфолого-динамических разновидностей: 1) стабилизировавшиеся мощные денудированные до состояния отдельных останцов оползни, расположенные ниже старой разрушенной плотины; 2) временно стабилизировавшиеся практически не затронутые денудацией оползни, протянувшиеся от створа плотины до верховьев балки; 3) активные оползни, развивающиеся на теле временно стабилизировавшихся в районе размытой плотины.

Резкая вспышка оползневой активности отмечена после создания Воронежского водохранилища в его правобережной части. Образованию оползней в результате абразии и переформирования берегов здесь не помешала даже армирующая роль корневой системы Воронежской нагорной дубравы.

Морфологическая структура гидрогенных оползней складывается в условиях тесного взаимодействия склоновой и флювиальной геосистем и характеризуются следующими типизированными чертами: фронтальной формой, связанной, в частности, с горизонтальным перемещением базиса эрозии; значительной по крутизне и высоте стенкой срыва; ступенчатым характером тела оползня, с большим по мощности захватом пород. Оползни приурочены к нижней части склонов и относятся к категории подошвенных. Оползни гидрогенного типа отличаются высоким динамизмом, причиной которого служит деятельность водного потока, размывающего и уносящего

оползневые массы. Порой оползневые процессы протекают настолько интенсивно, что это приводит к образованию оползней-обвалов (Белогорский оползень на Дону).

Практически не меняются характерные черты оползней, которые вызваны нерациональной деятельностью человека. Подтверждением этого может служить оползень фронтальной формы в левом борту Шестаковской выемки на 629 км автомобильной дороги Москва – Ростов-на-Дону. Он возник в результате подрезки склона при прокладке дороги. Особой активности этот оползень достигает в весенний и осенний периоды, когда оползневые массы, состоящие из перемешанных песка, суглинка и глины, наползают на полотно дороги.

*Оползни сейсмогенного типа.* Генезис оползней этого типа связан с преимущественным воздействием на потенциально оползневые склоны природных сейсмических явлений и их антропогенных аналогов – взрывных работ, вибрационного воздействия на грунты при движении тяжелого транспорта и работе механизмов.

На территории Центрального Черноземья оползни сейсмогенного типа явление не столь частое, но отличающееся достаточно значительными для равнинных территорий масштабами. Отмечается их закономерная приуроченность к долинам рек (Дона, Хопра, Северского Донца и др.), заложившихся в зонах тектонических нарушений; откосам карьеров (КМА, Шкурлатовского, Латненского и др.); склонам, находящимся в зоне влияния транспортных магистралей (Воронеж – Белгород, Воронеж – Ростов и др.).

Морфологическая структура оползневых ландшафтов сейсмогенного типа не отличается особой сложностью, но имеет свои отличительные признаки. В первую очередь это касается оползневого тела, которое, как правило, имеет вид оползневого «хаоса». Другой важный элемент структуры оползней – стенка срыва – характеризуется обрывистостью, прямолинейностью, фронтальностью. Сейсмогенные оползни имеют укороченный цикл развития: в нем практически отсутствуют или сведены до минимума стадия подготовки оползня к смещению и стадия вторичных смещений. Их динамика и функционирование в значительной степени определяются катастрофическим характером протекающего оползневого процесса. Смещение масс почворунта на склонах носит однофазовый характер. Еще одной особенностью оползней сейсмогенного типа является их слабое подчинение закону ритмичности. Поэтому с полным основанием они могут быть отнесены к категории аритмичных. Склоны после образования катастрофическим путем оползней сейсмогенного типа, как правило, стабилизируются, приобретая достаточно значительный запас устойчивости. Наиболее ярким примером сейсмогенных оползней могут служить оползни правобережья Дона у с. Сторожеево – так называемый «Сторожеевский завал». Крупноблоковые, с характерной прямолинейностью стенки срыва, значительной (7-10 м) амплитудой

смещения оползни образовались 100-150 лет назад. Они приурочены к неоструктурной линии, идущей вдоль северного продолжения Лосево-Мамонского глубинного разлома и рассматривается некоторыми авторами как форма, свидетельствующая в пользу сейсмо-тектонической активности данной зоны в современную эпоху.

*Полигенный тип оползневых ландшафтов.* К этому типу относятся ландшафтно-оползневые системы смешанного генезиса. Их отличает: многофакторность, гетерогенность, разновозрастность отдельных частей, значительная сложность структуры, функционирования и динамики в целом. Типичным примером могут служить оползни в песчано-глинистых отложениях нижнего мела и юры на девонских известняках, сформировавшиеся на крутом склоне долины р. Сосны в окрестностях п.г.т. Копны. Характерной особенностью огромного (до 800 м в диаметре) оползневого амфитеатра является почти полная нарушенность структуры склона. В его пределах отчетливо выражена оползневая ярусность, предопределенная не только разнообразием литологических условий склона, но и сменой преобладающего влияния того или иного фактора.

Верхний ярус непосредственно примыкает к оползневой стенке срыва и приурочен к бурым моренным суглинкам, которые за счет переувлажнения атмосферными осадками вовлечены в оползневой процесс. Выходов грунтовых вод у основания стенки срыва не наблюдается. Поверхность яруса имеет увалистый характер, сложившийся в процессе деформации многочисленных оползневых блоков. В результате неравномерного движения оползневых масс здесь образовались такие микроформы рельефа, как ложбины запрокидывания, бугры выпирания.

Средний ярус оползневого амфитеатра сформировался по преобладающим влиянием гидрогеологического фактора. В оползневой процесс здесь вовлечены нижнемеловые песчано-глинистые отложения, залегающие на юрских глинах. Они хорошо обводнены за счет многочисленных выходов грунтовых вод. Вследствие этого поверхность оползневых тел имеет мелкобугристый характер, возрастает динамичность оползневых процессов. Характерным элементом структуры являются повсеместно распространенные озера и труднопроходимые заболоченные участки с осоково-хвощевой, разнотравно-осоковой ассоциациями.

Нижний ярус приурочен к горизонту юрских отложений, залегающих на девонских известняках, обнажающихся почти у самого уреза реки. На развитие оползневого процесса в этом ярусе решающее влияние оказывает речной подмыв, способствующий удалению и переносу оползневых масс, а также пластичность юрских глин. Вследствие лучшей дренированности здесь нет аквальных комплексов. Валы выпирания с лугово-степной растительностью и западины с лугово-разнотравной растительностью чередуются с эрозионно-оползневыми останцами.

Таким образом, смена влияния различных факторов (климатического, гидрогеологического, гидрологического) при движении к базису оползания приводит к проявлению различных черт структуры и динамики оползневых процессов в различных частях данной полигенной оползневой системы.

## **МЕСТО И РОЛЬ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ФОРМИРОВАНИИ ГЕОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Основными геосистемами в пределах Центрального Черноземья являются: а) междуречные; б) долинно-речные; в) овражно-балочные. Место и роль оползневых процессов в их формировании и развитии различна и зависит от их природной специфики и характера хозяйственной деятельности человека.

Междуречья Центрального Черноземья различны как по морфологии, так и по возрасту, так как тесно связаны с формированием различных поверхностей выравнивания. Так, «щитовидные» междуречья, характерные для известнякового севера Среднерусской возвышенности, наиболее древние, отражают палеоцен-олигоценовую поверхность выравнивания и сложены, нередко, альбскими песчаниками. Они приподняты тектоникой, местами глубоко расчленены. Оползни, встречающиеся на приводораздельных склонах, связаны с песчано-глинистыми отложениями, в частности, юры.

*Волнистые междуречья*, получившие распространение в пределах мелового юга Среднерусской возвышенности, приурочены главным образом к миоцен-плиоценовой поверхности выравнивания. Сложены они четвертичными суглинками и песчано-глинистыми отложениями палеогена, подстилаемого толщей мела. Этот тип междуречий располагает наиболее благоприятными условиями для проявления оползневых процессов.

*Плоскоместья*, типичные для Окско-Донской равнины, самые молодые, приурочены к верхнеплиоценовой поверхности выравнивания. В связи со слабой эрозионной расчлененностью и наличием, нередко, понижений с замкнутым стоком, условия для оползневых процессов на этих междуречьях неблагоприятны. На оползневые процессы, имеющие место на междуречьях, указывается в ряде работ. Так, К.С. Оводов (1957) обращал внимание на то, что интенсивность и частота оползней по мере продвижения к водоразделам уменьшается. Однако полное динамическое равновесие на приводораздельных склонах не наступает.

Оползни, образовавшиеся на противоположных приводораздельных склонах, нередко своими верховьями близко подходят друг к другу. Перемычка, образовавшаяся между ними, превращается под воздействием делювиального процесса и крипа в водораздельную седловину. Более того, К.С. Оводов (1953) водораздельные перемычки рассматривал как одну из форм проявления оползней. «В ряде случаев развитие этой формы, – говорит он, – спо-

способствует перепиливанию водоразделов, которое не может быть вызвано эрозией...» (с. 104). Смещение масс почвогрунта будет происходить до тех пор, пока не выработается профиль равновесия от водораздела до базиса оползания.

В настоящее время свежих следов «перепила» водоразделов на территории Центрального Черноземья не обнаружено.

Современные оползни на приводораздельных склонах распространены в тех местах, где пласты водоупорных горизонтов пересекаются с топографической поверхностью. Подобные явления и процессы можно наблюдать на правом берегу Дона в районе с. Евдаково, в бассейне р. Ольшанка. Классическим примером развития оползней на приводораздельных склонах левобережья Дона, в пределах северной части Калачской возвышенности, является район с. Русская Журавка.

Долинно-речные геосистемы, по сравнению с междуречными, отличаются большей сложностью и разнообразием. Коренные склоны и аккумулятивные террасированные склоны долин рек по своим природным условиям и интенсивности проявления оползневых процессов в значительной степени отличаются друг от друга. Условиями, благоприятствующими развитию оползневых процессов на коренных склонах долин рек, являются значительная относительная высота и энергия рельефа, интенсивные геодинамические процессы, обуславливающие наряду с силой тяжести перемещение вещества и энергии. К таким относятся склоны речных долин, испытавших неравномерные тектонические движения по линии разломов кристаллического фундамента (Дона, Ворсклы, Сосны и др.).

Активизация оползневых и склоновых процессов в целом, чаще всего вызвана русловыми процессами, подрезкой склонов рекой. Речные подмывы – распространенное явление на коренных склонах. Они различны по возрасту: древние, давние, современные, но все они имеют единую форму амфитеатра и, как правило, осложнены оползневыми процессами.

В связи с активизацией оползневых и других экзогенных процессов в местах подмывов склонов реками создаются благоприятные условия для трансформации исходных склоновых ландшафтов. Наиболее отчетливо это прослеживается на склонах Среднерусской и Калачской возвышенностей. На Окско-Донской равнине подмыв склонов встречается значительно реже в связи с широким распространением склонов долин рек, не связанных с современными русловыми процессами.

Относительно роли оползневых процессов в формировании аккумулятивных террасированных склонов имеются противоречивые сведения. Так, И.Н. Ежов (1959) утверждает, что оползни в пределах надпойменных террас отсутствуют.

К.С. Оводов (1957), напротив, приводит некоторые данные, свидетельствующие об имеющихся случаях оползней на террасах. Он, в частности, от-

мечает, что наряду с оврагами на правом берегу Дона, охватывающем бассейны рек Потудань, Тихая Сосна, Нижняя Девица, характерны оползни, приуроченные к водоупорной поверхности темно-серых озерно-ледниковых глин и суглинков террас. Начало оползням, по его мнению, дают овраги, которые, врезаясь в толщу рыхлых отложений и, достигнув водоупора, начинают расширяться за счет оползневых и оплывных процессов. В результате этого образуются ложковидные овраги. И.С. Рогозин (1955) видит возможность образования оползней на уступах террас, нижняя часть которых сложена песками. С ними связано образование особого типа оползней – оползней «вытекания».

Действительно, рельефообразующая роль оползневых процессов вследствие неблагоприятных условий для их развития на аккумулятивных террасах Центрального Черноземья сравнительно невелика. Распространение оползней в их пределах носит эпизодический характер. Тем не менее, они встречаются и связаны с расчленением уступов террас овражно-балочной сетью, а также речным подмывом (левобережье р. Битюг юго-западнее с. Шестаково, р. Дон южнее г. Георгиу-Деж, с. Подгорное и др.), либо абразией водохранилищ, в частности, Воронежского, Матырского и других.

Роль оползневых процессов в формировании овражно-балочных геосистем Центрального Черноземья, напротив, исключительно велика.

В силу особенностей истории формирования, разнообразия литологических свойств пород, природных условий в целом овражно-балочная сеть отличается большим разнообразием и отображает черты того региона, в пределах которого она формируется.

Общими чертами овражно-балочных систем мелового юга Среднерусской возвышенности являются: преобладание цирковидных форм, выпуклых и выпукло-вогнутых склонов; значительная контрастность их ландшафтов, зависящая от неравномерного увлажнения грунтовыми водами, различной высоты и крутизны склонов, их экспозиции и т.д. Одной из наиболее характерных черт балок юга Среднерусской возвышенности служит асимметрия склонов, которая складывается под влиянием наклона пластов и инсоляции. Наибольшее воздействие оползневые процессы оказывают на неинсолируемые склоны, где делювий легче сохраняется, и на склоны, пласты которых наклонены в сторону тальвега балок.

Вторая особенность – большое значение оползневых процессов в формировании концевых звеньев овражно-балочной сети, где сохранились от размыва палеогеновые глины, по которым оползают четвертичные суглинки.

Важным стабилизирующим фактором являются байрачные дубравы, уничтожение которых приводит к резкой активизации оползневых процессов.

Значительное место в структуре овражно-балочных систем мелового юга занимают оползневые цирковидные балки. Вопрос о происхождении и развитии цирковидных балок до сих пор остается дискуссионным. Сведения

о них и попытки объяснить их происхождение имеются в работах А.Р. Мешкова (1948), И.Н. Ежова (1954), Ф.Н. Милькова (1956), М.А. Зубашенко (1959), Р.В. Кабановой (1975), В.Г. Береста (1976), В.Б. Михно, А.Г. Чикишева (1985). Ими выдвигались на первый план самые разнообразные причины проявления специфики цирковидных балок: специфические свойства мела, способного одновременно размываться и частично растворяться; особенности процесса размыва и сноса меловых пород, карстовые, оползневые процессы.

Однако одно остается бесспорным, роль оползневых процессов в их формировании исключительно велика. Непосредственные наблюдения показывают, что реализация свойств писчего мела и мергелей, способных в одинаковой степени размываться и выщелачиваться в местах концентрации стока грунтовых вод и привела к образованию древних цирковидных балок. Затем, эти балки были перекрыты палеогеновыми песчано-глинистыми отложениями, а позднее – четвертичными суглинками. В погребенных таким образом цирковидных балках в мелу сложились благоприятные гидрогеологические условия для проявления оползневых, усиленных эрозионными, процессов. Именно особенности гидрогеологических условий и обусловленное ими взаимодействие карстовых, эрозионных, оползневых и других экзогенных процессов послужили основной причиной происхождения и развития оползневых цирковидных балок.

Большое значение оползневым процессам следует придавать и в формировании овражно-балочных систем известнякового севера Среднерусской возвышенности.

Составным элементом структуры ландшафтов этой территории служат структурные оползневые террасы. Чаще всего они наблюдаются на прибровочных склонах балок, сложенных слоистыми известняками. Образование их определяется оплыванием и оползанием юрских и нижнемеловых глин и покрывающих их суглинков. Типичные структурные оползневые террасы имеют длину до 200 м, ширину – до 600 м. В верхней части они ограничены отчетливо выраженным уступом, плотно задернованным типчаково-разнотравной растительностью.

У основания оползневого уступа несмотря на весьма, как правило, длительную историю развития оползневых склонов имеются выходы грунтовых вод. Они дают возможность развитию небольших осоково-тростниковых болот. Поверхность оползневых террас имеет плоский, местами слегка волнистый характер с развитой лугово-разнотравной растительностью на гидроморфных и лугово-черноземных почвах.

Для овражно-балочных систем известнякового севера Среднерусской возвышенности асимметрия склонов не выражена. Однако здесь весьма наглядно прослеживается явление оползневой асимметрии, когда ландшафты одного склона почти полностью трансформированы оползневыми

процессами, в то время как противоположный склон сохраняет прежний характер ландшафтных комплексов.

Овражно-балочное расчленение характерно и для Окско-Донской равнины, особенно ее периферийной части, мест проявления локальных неотектонических поднятий. Балки более молодого возраста сформировались после отступления донского ледникового языка, широкие, неглубокие, с нетеррасированными, асимметричными в соответствии с экспозицией, склонами, со свежими боковыми подмывами. Склоны балок осложнены давними крупными и менее крупными современными оползнями. Наибольшее влияние оползневых процессов на формирование склонов прослеживается в балочных системах, сложенных мореной, либо озерно-ледниковыми суглинками и верхнеплиоценовыми глинами.

Свежие оползни типа оплывин чаще всего наблюдаются в местах подмывов в оврагах, расчленяющих склоны балок, в местах разгрузки грунтовых вод, залегающих в четвертичных отложениях.

На склонах овражно-балочной сети из-за меньшей разности относительных высот и большей однородности слагающих склоны пород слабо выражена вертикальная дифференциация ландшафтов, обусловленная оползневыми процессами, как это имеет место на Среднерусской возвышенности

## **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Различная направленность геотектонического развития территории, особенно в неоген-четвертичный период, разнообразие морфоструктурных образований и климатических условий, неоднородность литологии пород и гидрогеологических характеристиках предопределяют индивидуальный характер проявления и направленности развития оползневых процессов в пределах Центрального Черноземья. Не случайно И.В. Поповым (1959) было введено понятие о *региональных типах оползней*, т.е. оползней отличающихся общностью морфологии и механизма образования в районах со сравнительно однородным геологическим строением. В этой связи целесообразно рассмотреть некоторые специфические черты проявления оползневых процессов по трем регионам: известняковому северу Среднерусской возвышенности, меловому югу Среднерусской возвышенности (включая Калачскую возвышенность), Окско-Донской низменности.

Динамические аспекты изучения оползневого процесса требуют определенных показателей, представленных в виде *основных региональных характеристик оползневого процесса*. К ним следует отнести: пораженность территории оползневым процессом, активность и интенсивность оползневого процесса.

*Известняковый север* занимает более древнюю, сильно расчлененную, наиболее приподнятую часть Среднерусской возвышенности. Основными

деформирующимися горизонтами здесь являются глины нижнего мела и отчасти верхней юры. Достаточно активно в оползневом процессе участвуют моренные отложения, представленные валунными суглинками и глинами донского ледникового языка. Несколько сдерживают развитие оползней незначительность прослоев глин в известняках девона, а также залегание юрских глин зачастую ниже вреза гидрографической сети. К перечисленным глинистым горизонтам приурочены местные или региональные водоносные горизонты. Разнообразие основных деформирующихся горизонтов приводит к явлению многоярусности оползневых явлений. Нижний оползневой ярус связан с известняками, выше – с юрскими глинами, затем нижнемеловыми и, наконец, верхний ярус оползней обусловлен четвертичными отложениями.

Оползни в зависимости от литологии пород и характера рельефа либо маломощные в известняковом делювии, либо оползают целыми глыбами известняков (структурные оползни). Там, где известняки перекрыты толщей рыхлых осадочных отложений, характер рельефа меняется, очертания его становятся мягче, оползни приобретают иной (пластический) характер.

Характерная черта географии оползней в данном регионе – их приуроченность как к склонам овражно-балочной сети, так и в значительной степени к коренным склонам долин рек. Это связано с активной ролью русловых процессов в динамике природных комплексов. Не случайно здесь отмечается довольно высокий коэффициент извилистости рек. Так, например, для Красивой Мечи он составляет 1,6, для Сосны – 1,7. Очаги оползней приурочены к местам древних и современных подмывов склонов. Особенно наглядно эта закономерность прослеживается по право- и левобережью реки Олым.

Наиболее благоприятные условия для развития оползневых процессов на территории известнякового севера Среднерусской возвышенности сложились в бассейнах Вязовки, Черника, Ясенка, Большой Чернавы, Кобыльей Сновы и ее притоков Муха, Ломовечина, левобережье Птани, Красивой Мечи, в верховьях реки Семенек. Коэффициент пораженности оползнями склонов в долинообразной балке «Аржава» (окрестности сел Верхняя и Нижняя Колыбелька) достигает 0,6.

Несколько меньшая пораженность оползнями наблюдается в бассейнах левых и правых притоков Олыма (Олымчика, Курганки, Ольшанки, Юрского), бассейне Свишни, Ведуги, на правом коренном склоне долины Дона и верховьях балок, прорезающих правобережье долины Дона.

Оползневая специфика известнякового севера определяется следующими региональными типами.

*Гидрогенные крупноблоковые оползни угловатых очертаний в известняках на девонских глинах.* Развитие оползней этого типа обусловлено подмывом склонов долин рек Дона, Красивой Мечи, Сосны, Ельчика. Особенно наглядно процессы оползания прослеживаются на левом склоне долины реки

Воргол в окрестностях ст. Казаки. Доказательством смещений служат падение слоев известняка к долине и наличие коридороподобных трещин, образовавшихся в зоне отрыва. Не случайно, поэтому К.С. Оводовым (1957) выделялся особый воргольский тип «росползней». Как считают К.С. Оводов и Г.И. Раскатов, оползни в прошлом, на протяжении четвертичного периода, достигали колоссальных размеров и развивались в более благоприятных природных условиях. Этому способствовали наличие куполообразных выступов отложений девона, разделенных впадинами древнего рельефа, чрезмерное увлажнение талыми водами ледника, напор ледникового потока, послойное закарстовывание известняков. Все это обусловило образование «росползней», нарушило устойчивость водораздельных массивов, вызвало отделение крупных глыб, состоящих из известняков. Пример такой глыбы – останец второй надпойменной террасы, расположенный в пойме Дона, напротив устья р. Каменки. Но и в настоящее время в результате постепенного углубления долин отмечается слабо выраженное в рельефе оседание девонских известняков.

*Гидрогеологические цирковидные оползни в суглинках на юрских и меловых глинах.* Индивидуальные особенности оползней данного типа во многом зависят от их возраста. Давние стабилизировавшиеся оползни имеют значительные размеры – до 300 м в диаметре, мощность 6-8 метров, морфологически четко выраженную серповидную стенку срыва, слегка волнистое тело с выходами грунтовых вод в виде мочажин, хорошую задернованность лугово-разнотравной растительностью.

Современные действующие оползни характеризуются меньшими размерами (десятки метров) и мощностью. Их отличительной чертой является сильная заболоченность в результате дренирования грунтовых вод. Они обладают сложным механизмом смещения и динамичным микрорельефом. Вначале они развиваются как оползни скольжения. На этом этапе тело оползня представлено отдельными оползневыми блоками, западинами запрокидывания. Затем под влиянием переувлажнения массы почвогрунта приобретают вязкопластичную консистенцию, поверхность оползней приобретает уплощенный характер, образуются оползневые языки.

В целом на известняковом севере Среднерусской возвышенности можно наблюдать значительное количество давних оползней, что свидетельствует о тенденции некоторого затухания оползневого процесса. Однако этот вывод относителен, так как делается на фоне весьма активного развития оползней в четвертичный период.

Меловой юг включает в себя приподнятые и расчлененные юг Среднерусской и Калачскую возвышенности. Основной деформирующийся горизонт здесь представлен палеогеновыми глинами преимущественно харьковского и киевского ярусов. Он подстилается толщами писчего мела и мергеля. Перекрывается довольно однородными по литологическому составу бурыми

моренными и делювиальными суглинками. Хорошо развитый делювий на склонах долин рек и балок – региональная особенность юга Среднерусской и Калачской возвышенностей и причина широкого распространения оползней в делювиальных отложениях. Определенное значение в развитии оползневых процессов, прежде всего правого крутого склона долины Дона, имеют сеноманские пески, испытывающие влияние суффозионных процессов, с чем связаны просадочно-оползневые явления в меловых толщах слагающих склон.

Характерной чертой распространения оползней в данном регионе является их тяготение к концевым звеньям овражно-балочных систем, где выклиниваются палеогеновые глины и происходит концентрация поверхностных и грунтовых вод, а также тесная связь оползней с древними цирковидными формами рельефа в писчем мелу, заполненных песчано-глинистыми отложениями палеогенового и четвертичного возраста и лишившихся в процессе хозяйственной деятельности байрачных дубрав.

Еще одна закономерность распространения оползней – четкая приуроченность оползневых очагов к активным неотектоническим структурам, зонам тектонических нарушений. Весьма наглядно это прослеживается в пределах Донского Белогорья.

Кроме Донского Белогорья очаги оползневых процессов приурочены к бассейнам Девыцы, Тихой Сосны, Толучеевки, Подгорной, Прутища, Реута, Суджи; верховьям Осереды, Богучарки, Северского Донца, Кореня, Корочи, Псела, Ворсклицы, Свапы, Усожи; междуречьям Дона и нижнего течения Битюга, Тихой Сосны и Потудани.

Среди основных тенденций в развитии оползневых процессов следует отметить: во-первых, коренные склоны долин рек в основном прошли оползневую стадию развития, а поэтому образование крупных оползней в мелу в настоящее время маловероятно, если не произойдут сейсмические толчки достаточной для возникновения оползней силы; во-вторых, дальнейшее распространение и развитие донных оврагов по днищам балок в условиях восходящих тектонических движений, приведет к дальнейшему нарушению устойчивости склонов, активизации оползневых процессов.

Региональным типом оползней на меловом юге являются *гидрогеологические оползни-цирки в суглинках на палеогеновых глинах*. Структура, функционирование и динамика оползней этого типа, приуроченных к сильно расчлененной меловой поверхности, отличается наибольшей сложностью по сравнению с другими типами оползней Центрального Черноземья. Их легко отличить по классической цирковидной форме, а также значительным размерам – до 1 км в диаметре. Они занимают не только среднюю и верхнюю часть склонов, но и выходят далеко на водораздел. Узким оврагом оползневые цирки связаны с днищем балки или поймой.

Наиболее заметным элементом оползней является стенка срыва. Она выделяется своей серповидной формой, обрывистостью, ее высота достигает

нескольких метров. На обнаженных участках стенки срыва можно наглядно проследить геологическое строение склона: чередование залегающих на песчанике мелу пластичных серовато-белых палеогеновых глин, разноцветных песков, бурых, в том числе моренных, суглинков. Глины являются поверхностью скольжения оползней, к ним приурочен горизонт грунтовых вод.

Процесс оползания в цирковидных оползнях на палеогеновых глинах затягивается на десятилетия, поэтому стенка срыва периодически обновляется, здесь растут только пионерные виды растительности: вьюнок полевой, мать-и-мачеха, хвощ полевой.

Весной, осенью, а иногда и летом после затяжных дождей участки склона выше стенки срыва вовлекаются в оползневой процесс. Смещаясь вниз по склону, блоки запрокидываются, образуя ложбины запрокидывания. Их переувлажнение грунтовыми водами, выходы которых наблюдаются у основания стенки срыва, приводит к формированию здесь небольших озерц и заболоченных участков. Западины запрокидывания сменяются оползневыми грядами, буграми вспучивания с нарушенным почвенно-растительным покровом, и такая картина повторяется на всем протяжении тела оползня, образуя труднопроходимый бедленд.

Тело оползня, как правило, заканчивается языком, который приурочен к узкому оврагу в нижней части склона. При хорошем увлажнении оползневой язык, сложенный в основном палеогеновыми глинами и четвертичными суглинками, очень динамичен. Так, в цирковидной балке «Провальная гора» у с. Костомарово на правом берегу Дона язык длиной около 80 м и шириной до 10 м врезался в произраставшую ниже байрачную дубраву, повалив несколько деревьев.

Активное развитие на меловом юге получили и *климатогенные оползни в четвертичных отложениях*, связанные, как уже было сказано с широким распространением делювиальных отложений. Наиболее распространенные формы оползания в данном случае – оплывины и оползни-потоки. Свое название оползни-потоки получили в связи с особенностями своего движения – пластического течения в виде «глетчерного» потока. Генезис и распространение их тесно связано с покровными глинистыми отложениями, выполаживающими неровности коренных пород, переувлажненных поверхностными водами. Длина оползней-потоков значительно превышает ширину, причем последняя своего максимума достигает в головной части, в так называемой зоне питания, ограниченной в верхней части невысокой (до 1 м) стенкой срыва.

Оплывины развиваются в делювии, насыщение водой которого в период таяния снега или затяжных дождей приводит к нарушению структурных связей и под действием силы тяжести смещению вниз по склону.

Функционирование и динамика климатогенных оползней не отличаются сложностью. Их развитие происходит в зоне сезонных климатических

изменений, что находит отражение в сезонной ритмике проявления оползневых процессов. Оползшие с нарушенной структурой маломощный почвогрунт сразу же попадает под действие плоскостного смыва и выносится за пределы оползневого участка, что предопределяет короткий цикл развития оползней климатогенного типа.

В пределах *Окско-Донской низменности* складываются специфические условия, при которых происходит, если рассматривать в целом, затухание оползневых процессов. Современные тектонические движения здесь характеризуются отрицательными величинами, что неблагоприятно сказывается на проявлении оползневых процессов. Резко падает значение такого фактора, как современный подмыв.

Склоны долин рек в большинстве случаев староречные. Встречающиеся на них давние стабилизировавшиеся оползни имеют базис оползания, не связанный с современным положением речных русел. Не способствуют развитию оползней незначительные по сравнению с предыдущими регионами горизонтальная и вертикальная расчлененность территории. Балочные системы зачастую приобретают форму лощин с пологими склонами, отличающимися хорошей задернованностью и повышенной облесенностью. Достаточно редкое явление – формы овражной эрозии. Тем не менее, отмечается активизация оползневых процессов на отдельных участках, главным образом, крутых склонах долин рек (Хопра, Вороны, Воронежа). Причиной этого явления служат поднятия отдельных локальных структур на фоне общего погружения территории.

Отдельные крупные оползни и оползневые склоны отмечаются в бассейнах Карачана, Иловая, Лесного Воронежа, Матыры, Вяжли, Карая, Челновой, в верховьях Битюга, Савалы, Сухой и Мокрой Панды, правобережье Вороны, Хопра у г. Новохоперска, междуречье Мокрой Панды и Ржаксы.

Основным деформирующимся горизонтом являются четвертичные валунные и безвалунные глины. С приуроченными к ним линзами грунтовых вод.

Региональными типами оползней на территории Окско-Донской низменности являются: *гидрогеологические цирковидные давние оползни в суглинках на четвертичных глинах; климатогенные современные оползни-оплывины в делювиальных суглинках.*

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИКИ ОПОЛЗНЕЙ

1. Коэффициент площадной пораженности:

$$K_p = \frac{f_p}{F}$$

$K_p$  – площадь занятая оползнями;

$F$  – вся площадь изучаемого участка.

2. Коэффициент частоты оползней:

$$K_p = \frac{n}{F}$$

$n$  – число оползней на данном участке

$F$  – площадь этого участка.

3. Коэффициент оползневой активности:

$$K_a = \frac{f_p^*}{f_p}$$

$f_p^*$  – площадь действующих оползневых форм;

$f_p$  – площадь всех оползней.

## МОНИТОРИНГ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ

Мониторинг геологической среды является основной частью мониторинга окружающей природной среды и реализуется через специализированную систему наблюдений – Единую государственную систему экологического мониторинга (ЕГСЭМ).

Основной задачей мониторинга и прогнозирования опасных геологических явлений является своевременное выявление и прогнозирование развития опасных геологических процессов, влияющих на безопасное состояние геологической среды, в целях разработки и реализации мер по предупреждению и ликвидации ЧС.

Источниками природной ЧС и, соответственно, объектами мониторинга и прогнозирования ОГЯ являются *территории активного проявления эндогенных и экзогенных (оползень, обвал, карст, суффозия, эрозия овражная, переработка берегов) геодинамических процессов.*

Основными задачами мониторинга оползневых процессов являются:

- изучение их режима и факторов формирования, в том числе техногенных, на специально организованной опорной наблюдательной сети;
- оценка активности оползневых процессов и их влияния на геологическую среду;
- изучение, оценка характера и степени влияния деятельности человека на активность оползневых процессов;
- составление различных видов прогнозов оползневых процессов;
- проверка, оценка оправдываемости и уточнение прогнозов;
- оценка степени подверженности народнохозяйственных объектов воздействию оползневых процессов;
- разработка практических рекомендаций по комплексу природоохранных мероприятий и рациональному использованию геологической среды от оползневых процессов;

– разработка и ведение постоянно действующих моделей прогноза оползневых процессов.

Мониторинговые исследования должны носить комплексный характер (табл. 6). Этот комплекс должен включать в себя следующие виды исследований:

– геологические (стратиграфия, тектоника, антропогенные отложения, минералогический состав, степень и характер раздробленности пород);

– геоморфологические (элементы рельефа, слагающие речные долины, распределение уклонов, гипсометрия). В ходе изучения динамики оползневых процессов устанавливаются следующие причины этих явлений: подмыв руслом склона, оттаивание грунтов, выходы грунтовых вод, землетрясения, тектонические движения, техногенные и агрогенные факторы.

Таблица 6

Структура мониторинга оползневых процессов

Опасное геологическое явление	Мониторинг			
	Объект, предмет мониторинга	Фактор, обуславливающий активность ОГЯ	Наблюдаемый параметр	Метод наблюдения
Оползень	Территория распространения оползневых процессов преимущественно в сейсмоактивных районах и береговых зонах; свойства пород; геофизические поля; подземные и грунтовые воды оползневого массива.	Геологическое строение, рельеф, растительность, почвогрунты; активизация склоновых процессов, обусловленная переувлажнением горных пород при воздействии метеорологических, гидрологических, гидрогеологических факторов; сейсмический, геодинамический; антропогенный; режим быстропеременных факторов.	Площадная пораженность территории, %; площадь проявления на одном участке, км <sup>2</sup> ; объем сместившейся массы, тыс.м <sup>3</sup> ; скорость смещения, м/с; частота проявления, ед/год; уровни грунтовых и подземных вод, м;	Маршрутно-визуальное обследование; аэрофотосъемка наклона и деформаций с использованием глубинных реперов; гидрогеологический с использованием режимных скважин; геодезический с использованием GPS и лазерных технологий; геофизический с использованием наземных, скважинных и межскважинных наблюдений; анализ временных рядов быстроменяющихся факторов; анализ бюллетеней сейсмических, геодинамических и техногенных событий

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бевз В.Н. Ландшафтный анализ оползневых систем равнинных территорий (на примере среднерусской лесостепи) / В.Н. Бевз. – Воронеж, 1995. – Деп. в ВИНТИ, №2042-В95 от 07.07.95. – 188 с.
2. Бевз В.Н. Методы изучения оползневых ландшафтов / В.Н. Бевз // Ландшафты Центрального Черноземья и современные методы их исследования во время учебных и производственных практик. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – С.17-23.
3. Бевз В.Н. О генетических типах ландшафтно-оползневых комплексов / В.Н. Бевз // Общие и региональные проблемы ландшафтной географии СССР. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. – С.92-97.
4. Бевз В.Н. Оползневая генерация склоновых ландшафтов / В.Н. Бевз // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – 2000. – №4. – С.34-37.
5. Бевз В.Н. Оползни / В.Н. Бевз // По родным просторам. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. – С. 158-164.
6. Бевз В.Н. Факторы развития и общие признаки бассейновых динамико-генетических систем склоновых ландшафтов / В.Н. Бевз // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – 2005. – №1. – С. 34-42.
7. Бевз В.Н. Склоновый ландшафт и его абстрактные признаки / В.Н. Бевз // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – 2001. – №1. – С. 40-43.
8. Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов / С.С. Воскресенский. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 229 с.
9. Динамическая геоморфология: Учебное пособие / Под ред. Г.С. Ананьева, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 448 с.
10. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов / Е.П. Емельянова. – М.: Недра, 1972. – 310 с.
11. Кюнтцель В.В. Закономерности оползневого процесса на европейской территории СССР / В.В. Кюнтцель. – М.: Недра, 1980. – 213 с.
12. Мильков Ф.Н. География Воронежской области / Ф.Н. Мильков, В.Б. Михно, Ю.В. Поросенков. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. – 132 с.
13. Михно В.Б. Ландшафтные основы проектирования мелиоративных систем / В.Б. Михно, А.И. Добров. – Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2002. – 197 с.
14. Оползни и сели / Под ред. Шеко А. И. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1984. – 351 с.
15. Петров Н.Ф. Оползневые системы. Простые оползни: Аспекты классификации / Н.Ф. Петров. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 161 с.
16. Петров Н.Ф. Оползневые системы. Сложные оползни: Аспекты классификации. / Н.Ф. Петров. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 226 с.
17. По родным просторам / Ф.Н. Милькова, В.Н. Двуреченский, К.А. Дроздов и др. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. – 208 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 СХЕМА ОПИСАНИЯ ОПОЛЗНЯ

1. Название типа (подтипа) и местоположение оползня по отношению к геоморфологическим элементам.

2. Генезис, ориентировка, конфигурация, высота и крутизна склона, на котором расположен оползень.

3. Базис оползня.

4. Форма и размер оползня в плане (длина, ширина, площадь).

5. Средний уклон поверхности оползня.

6. Характер границ оползня (стенка срыва, борта, язык), характер и состояние обрывов (свежие, выветрелые, задернованные), их профиль, высота, крутизна и характер бровок, амплитуда смещения, характер и ширина трещин, наличие просевших участков, следов надвигания и смятия, валов и бугров выпирания, следов подмыва или свежей подрезки языка.

7. Границы водосборной площади оползня и ее размеры.

8. Рельеф и характер поверхности вокруг оползня в пределах его водосборной площади. Если водосборная площадь очень велика, то дается ее общая характеристика, а детально описывается только та часть, которая непосредственно примыкает к оползню. Наиболее детально следует описывать овраги, балки, канавы, водоемы, их расположение, условия, определяющие сток и фильтрацию (наличие трещин, распашка склонов и пр.).

9. Общая характеристика рельефа оползня (с выделением элементов).

10. Подробная характеристика каждого выделенного морфологического элемента оползня (оползневой ступени и уступа, цирка 2-го порядка и т.п.), его формы, размеров, среднего уклона и характера поверхности (наличие бессточных впадин, запрокинутых площадок, валов, бугров, гряд, трещин, суффозионных воронок), отдельных элементов макрорельефа, следов свежих смещений.

11. Рельеф и характер поверхности ниже языка оползня: пляж или бичевник – его ширина, профиль, крутизна (средняя и на отдельных участках профиля), слагающий материал, урез воды в водоеме; терраса – ее наименование, возраст, высота (относительная и абсолютная), ширина, характер поверхности и характер сопряжения с оползнем; наличие водотока и свежего размыва (тела и языка оползня), профиль оврага, наличие искусственной подрезки основания склона и ее характеристики; следы суффозии; наличие выпирания впереди оползня – расстояние вала (или валов) выпирания от языка оползня, форма вала в плане и его профиль, размеры, уклон внешнего и внутреннего склона, характер поверхности и строение.

12. Гидрографическая сеть на оползне, водопроявления и источники питания оползня водой: канавы, овраги с постоянным или временным водотоком – их профиль, геологическое строение стенок, расположение, водосборная площадь; колодцы, источники, условия выхода воды, дебит; бессточные площади,

заболоченности, временные озера, мочажины, их расположение, форма и размеры; расположение и состояние водопроводной и канализационной сети.

13. Растительный покров на оползне (по выделенным геоморфологическим элементам) и вокруг него: вид растительности, ее густота и расположение, наличие болотной растительности, сохранение или нарушение правильности рядов деревьев (аллеи, сады, плантации), наклон, искривление или разрыв стволов деревьев, их возраст, сведения о времени посадки и т.п.

14. Положение скальных выступов, камней, и других заметных предметов.

15. Здания и инженерные сооружения на оползне и вокруг него (в том числе дороги, насыпи, водоемы, водопроводная и канализационная сеть, наличие утечек воды, противооползневые и берегоукрепительные сооружения); краткие сведения о материале, конструкции и основных размерах, времени их сооружения, последнего ремонта, состоянии, наличие и характер деформаций.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

### **СХЕМА ОПИСАНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ТРЕЩИН**

1. Принадлежность к системе трещин.

2. Форма в плане (прямая, изогнутая, полукруглая, извилистая, волнистая, ломаная, зубчатая), ее длина, ориентировка относительно оси и границ оползня, направление выпуклости, положение на оползне по отношению к его морфологическим элементам.

3. Ширина трещин (максимальная, минимальная и средняя), ее длина и характер концов (замыкаются, доходят раскрытыми до другой трещины и т.п.).

4. Видимая глубина трещины и ее падение.

5. Характер стенок трещины: гладкие – с зеркалами скольжения, бороздами и штрихами (с указанием направления последних) или неровные – шероховатые, бугристые, смятые.

6. Взаимное расположение и перепад по высоте бровок трещины.

7. Связь трещин с геологическими условиями (приуроченность к определенной породе, изменение характера при пересечении пород разного состава и т.п.).

8. Наличие заполнителя трещин и его состав.

9. Влияние трещин на гидрогеологические условия – разгрузка подземных вод, инфильтрация поверхностных вод.

10. Генезис трещин (растяжения, сдвиг), характер деформации, факторы, вызвавшие их появление. При наличии сходных трещин следует описывать по приведенной схеме наиболее крупные и типичные трещины.

11. Взаимное расположение трещин: правильно ориентированные – параллельны, пересекаются (углы пересечения), или неправильно переплетающиеся.

12. Характер сопряжения трещин в местах их пересечения и соображения о последовательности их образования. При наличии пересекающихся трещин разного характера выделяются их типы или серии, имеющие сходную характеристику, при этом каждый тип или серия описывается отдельно.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЙ «ОПОЛЗЕНЬ» И «ОПОЛЗНЕВОЙ ПРОЦЕСС». СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОПОЛЗНЯ .....	1
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОПОЛЗНЕВЫХ СИСТЕМ.....	4
ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ .....	7
ОБЩИЕ ЧЕРТЫ СТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДИНАМИКИ ОПОЛЗНЕВЫХ СИСТЕМ .....	11
КЛАССИФИКАЦИЯ ОПОЛЗНЕЙ. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ СТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДИНАМИКИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОПОЛЗНЕЙ ....	17
МЕСТО И РОЛЬ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ФОРМИРОВАНИИ ГЕОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ .....	25
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ .....	29
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИКИ ОПОЛЗНЕЙ .....	34
МОНИТОРИНГ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ .....	35
ЛИТЕРАТУРА .....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 СХЕМА ОПИСАНИЯ ОПОЛЗНЯ .....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 СХЕМА ОПИСАНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ТРЕЩИН .....	39

*Учебное издание*

**ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ:  
ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ  
И ИХ РЕГИОНАЛЬНЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ**

Учебно-методическое пособие для вузов

Составители:

**Бевз Валерий Николаевич,  
Горбунов Анатолий Станиславович**

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 30.04.2015. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 2,1. Тираж 100 экз. Заказ 319.

Издательский дом ВГУ.  
394000, г. Воронеж, пл. Ленина, 10.

Отпечатано с готового оригинала-макета в типографии  
Издательского дома ВГУ.  
394000, г. Воронеж, ул. Пушкинская, 3