

## КАРСТОВЫЕ И ПСЕВДОКАРСТОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ В ВЕРХОВЬЯХ РЕК ОКИ И ДОНА НА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

С. В. Федотов, В. И. Федотов

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 27 августа 2017 г.*

**Аннотация:** В статье представлены оригинальные материалы о карстовых и псевдокарстовых ландшафтах, собранные авторами на протяжении 60 лет. Особое внимание обращено на динамику карстовых и псевдокарстовых комплексов, приуроченных к вертикальным мезозонам в центре Русской равнины южнее широтного течения р. Оки.

**Ключевые слова:** карст, мезозона, динамика, псевдокарст.

**Abstract:** The article presents original materials on karst and pseudo-karst landscapes collected by the authors for 60 years. Particular attention is paid to the dynamics of karst and pseudo-karst complexes, confined to vertical mesozones in the centre of the Russian Plain to the south of the latitudinal flow of the Oka River.

**Key words:** karst, mesozone, dynamics, pseudo-karst.

Карбонатно-карстовые комплексы на севере Среднерусской возвышенности теснейшим образом связаны с интенсивным карстопроявлением. Карст в верховьях бассейнов Оки и Дона получил повсеместное распространение в Тульской, Липецкой, частично в Рязанской, Орловской и Воронежской областях, где ландшафтообразующей породой выступает карбонатный субстрат – карбоновые и девонские известняки и доломиты. Карбонатные породы здесь оказывают влияние на все компоненты ландшафтного комплекса – рельеф, почву, растительность, микроклимат, гидрографию.

Соглашаясь в целом с М. А. Зубашенко [9] о главенствующей роли в карстопроявлении литологического фактора, считаем необходимым подчеркнуть, что в этом вопросе нет мелочей. Карстовый процесс может быть «запущен» только при сочетании множества факторов – литология, климат, трещиноватость пород, достаточные объемы циркулирующих подземных вод, характер экранирующих грунтов над карстующимися породами и другое. Но многие авторитетные авторы упускают из вида еще один факт, что современные карстовые явления периодически активно проявляются в тех местах, где они «накладываются» на палеокарстовые участки, установленные А.Ф. Якушевой на Русской равнине [38].

Изучение карстовых явлений на известняковом сегменте Среднерусской возвышенности на протяжении более половины XX века А. А. Крубером, Ф. В. Лунгерсгаузенем, А. С. Козьменко, М. И. Давыдовой, К. В. Пашкангом строилось на геоморфологической основе и ничего общего с ландшафтным направлением не имело. Первая попытка ландшафтной трактовки карста в этом регионе была предпринята В. Г. Елисеевым при типологии карстовых урочищ. Однако его типы карстовых урочищ (карстовые поля, воронки-прожоры, новые провалы) по существу вряд ли могут быть отнесены к ландшафтным комплексам [8].

Фактически первый опыт ландшафтного осмысления карбонатно-карстовых явлений на севере Среднерусской возвышенности принадлежит авторам настоящей статьи. Типологию известняково-карстовых комплексов ранга урочищ мы осуществили на основе двух принципов – географического (топонимического) и фитогеоморфологического [33]. И тогда известняково-карстовым формам рельефа удалось придать ландшафтную интерпретацию. Например, на ключевом участке «Таратухино» (Тульская область) и карстовом поле «Донское» (Липецкая область) были закартированы урочища верховых болот в карстовых понижениях, урочища озер в карстовых воронках, лугово-степные карстовые урочища, дубравные карстовые комплексы и другие.

### Периоды активного карстопроявления

Провести периодизацию карстопроявления вообще, а в верховьях Оки и Дона в частности, не простая задача. Причина – отсутствие длительных стационарных наблюдений. И все же, привлекая разрозненные литературные сведения и материалы собственных наблюдений разных лет, мы берем на себя ответственность выделить несколько временных отрезков активного карстопроявления на известняковом севере Среднерусской лесостепи за последние 150-170 лет.

Наша периодизация построена с использованием материалов, собранных на четырех реперных участках.

1. «Упский» реперный участок расположен в верхнем и среднем течении реки Упы в Одоевском, Щекинском, Ленинском, Богородицком и Киреевском административных районах Тульской области. Здесь детальные исследования проводили А. А. Крубер [13], Ф. В. Лунгерсгаузен [14, 15], Н. В. Рождественский [27], Е. В. Михайлова [21].

2. «Верхнеокский» ключевой участок территориально находится в бассейне реки Зуши в Новосильском районе Орловской области. Подробные полустационарные наблюдения за развитием карстовых форм проводили А. С. Козьменко [10, 11], К. В. Пашканг [24], Ф. Н. Мильков и А. А. Чибилев [20].

3. «Стык» – реперный участок, расположенный на крайнем юге Рязанской области, где она граничит с Тульской и Липецкой областями. Карстовые образования на этом реперном участке изучены в середине 50-х годов XX столетия М. И. Давыдовой [4].

4. «Доно-Воронежский» реперный участок располагается в границах известняково-карстового физико-географического района провинции типичной лесостепи Среднерусской возвышенности. Ключевой участок занимает частично территории Воронежской, Липецкой и Тульской областей [30, 37] в междуречье Дон – Воронеж и западнее донской долины. «Доно-Воронежский» ключевой участок имеет кластерную структуру. Наблюдения за карстовыми явлениями здесь были организованы на шести карстовых полях – окрестности госзаповедника «Галичья гора» (полустационар); бассейн Непрядвы (эпизодические наблюдения); бассейн Плющани (систематические наблюдения); бассейн реки Воргол у с. Казаки и нижнее течение Красивой Мечи (эпизодические наблюдения); бассейн речки Мартынчик и Сухой Порей на правом берегу реки Воронеж (единично). На «Доно-Воро-

нежском» ключевом участке на рубеже 50-70-х годов XX столетия проводили наблюдения за карстовыми явлениями Ф. Н. Мильков и И. Н. Ежов [19], В. Г. Елисеев [7, 8], В. И. Федотов [32].

Все четыре реперных участка были «накрыты» нашими исследованиями карстовых комплексов в интервале лет с июня 1958 года по июль 2017 года.

Суммируя наблюдения за карстопоявлением на четырех реперах, считаем возможным различать следующие периоды активного карстообразования.

*Первый период* (1840-1854) отмечается по наблюдениям на «Упском» реперном участке. Массовые провалы здесь фиксировали А. А. Крубер и Н. В. Рождественский у сел Ясная Поляна, Мясоедово, Фалдино, Тихвинки, Озерки, пос. Майский, ст. Ясенки (ныне Щекино). О провалах земли сообщила газета «Тульские губернские ведомости» (1854, № 25): «...в казенной засеке 19 мая, при совершенно ясном небе, раздался и длился несколько секунд гул, подобный грому. Вскоре оказалось, что среди засеки произошел провал земли на пространстве 400 кв. саженей<sup>1</sup>... Ныне провал наполнился водой желтого цвета, но до поверхности не более 15 сажен. Края ямы продолжают еще обваливаться вместе с деревьями».

Спустя 120 лет, мы посетили окрестности села Мясоедова. На месте зияющих ям 1854 года нашли небольшие блюдца низинных болотцев с чахлой влаголюбивой растительностью из частухи подорожниковой, осоки двудомной, сусака зонтичного, гравилата болотного [30].

Рекордная активность карстовых явлений на «Упском» реперном участке объясняется существованием здесь нескольких неотектонических поднятий – Болоховское, Тульское, Обидимское, Узловское [2].

*Второй период* (1880-1909) зарегистрирован на двух реперных участках. Как и раньше всплеск нового карстопоявления произошел на «Упском» ключе. «Горный журнал» за 1881 год сообщал о карстовом провале происшедшем 21 мая в с. Дедилово, где образовалась яма глубиной более 21 метра и диаметром по верху – 10,66 метра. В окончательном варианте метрические размеры провала, напоминавшего вид опрокинутого конуса, имели глубину 13 метров, а диаметр более 26 метров. Повторно карстовые явления второго периода на «Упском» реперном участке были описаны Ф. В. Лунгерсгаузенем в двух номерах книги «Естествознание и география» [14, 15].

<sup>1</sup> Сажень – русская мера длины, равная 2,13360 метрам.

Детальное картирование карстовых образований на втором, «Верхнеокском», ключе в бассейне реки Зуши провел А.С. Козьменко в 1906-1909 годах. Активность карста здесь связана с существованием Новосильского неотектонического поднятия. В бассейне Зуши А.С. Козьменко было закартировано 296 карстовых воронок [10, 11].

*Третий период* (1909-1969) активного карстопроявления отмечен на двух реперных ключах – «Верхнеокском» и «Стык». На ключе «Стык» М. И. Давыдова [4] отмечает активность появления карстовых форм в треугольнике населенных пунктов: станция Кремлево – станция Павелец-2 – город Чаплыгин на крайнем юге Рязанской области и севере Липецкой. Особенно детально динамика карста третьего периода была изучена в бассейне Зуши. Возвышенно-водораздельная мезозона здесь занимает внеледниковую равнину с абсолютными отметками 260-285 метров. Поверхность мезозоны густо (0,3 км на км<sup>2</sup>) и глубоко (70-120 м) расчленена долинно-балочной сетью [3]. Сначала активность карста была отмечена К. В. Пашкангом [24], зарегистрировавшим несколько десятков карстовых форм, из которых 89 % карстовые воронки, а остальные 11 % распределились между провалами берегов (8 %) и провалами днищ (3 %). Но самые достоверные сведения на «Верхнеокском» репере получены А. А. Чибилевым. Он в 1969 году прошел со своими сокурсниками по следам экспедиции А. С. Козьменко 1906-1908 годов. Оказалось, что за 60-летний период в границах возвышенно-водораздельной мезозоны общее число карстовых образований увеличилось на 30 %, а водопоглощающих воронок прибавилось с 46,5 % в 1907-1908 годах до 53,2 % в 1969 году [10, 11, 20].

*Четвертый период* (1969 – по настоящее время) активного карстообразования был нами изучен на реперном участке «Доно-Воронежский». Здесь карстовый ландшафт представлен самыми мозаичными формами – исчезающие речки, карстовые воронки, слепые балки-вертебя, карстовые пещеры, карстовые поля, западины карстового происхождения, карстовые озера. На «Доно-Воронежском» ключе чаще, чем в других местах известнякового севера Среднерусской возвышенности, встречаются псевдокарстовые комплексы.

Исчезающие речки и пещеры в известняках – оригинальные индикаторы интенсивного развития карста. Речки с неустойчивым стоком встречаются в бассейне Дона, Красивой Мечи, Упы. К ним относятся Малевка (Богородицкий район), Плющань (Задонский район), Куймань (Лебедянский

район). Показательна динамика поверхностного стока р. Плющань. В 1953 году Ф. Н. Мильков и И. Н. Ежов отмечали полное отсутствие руслового стока [19], а уже в 1958 году мы наблюдали его появление. К 1980 году русловой сток Плющани был полностью восстановлен. Измеренный в устье расход воды равнялся 0,57 м<sup>3</sup>/с.

В 1991 году в русле Плющани на расстоянии 400-450 м от истока произошел провал без нарушения стока. Пропасть быстро заполнилась водой. Опушенный в нее эхолот с 8-метровым тросом дна не достал. В том же году произошел карстовый провал в днище Поганого лога и «ожили» многочисленные поноры в Малых и Больших Вертебях, что на придолинном плато в междуречье Плющани и Дона. Шесть понор в днище Больших Вертебей обнажили почти трехметровые толщи аккумулярованного за многие десятилетия чернозема.

В 80-90-е годы активизация провалов нами отмечалась на всех карстовых полях «Доно-Воронежского» реперного участка, но наиболее часто это случалось на левобережье Дона на границе с государственным природным заповедником «Галичья гора».

В последние годы (1980-2000) в междуречье рек Дон и Воронеж периодически стал появляться неустойчивый сток в суходолах Павелки, Куймани, Сухой Лубны, Кузовки. Такие факты «скорее всего свидетельствуют о наличии циклических колебаний уровня подземных вод, охватывающих значительные территории» [26, с. 16]. *А колебания уровней подземных вод и их водообильность – важнейшие причины активизации скоростей растворения карбонатных пород. Следствием растворения является образование подземных пустот (пещер) и поверхностных карстовых провалов.*

Вот почему на «Доно-Воронежском» ключевом участке и на правых притоках Дона не менее оригинальными комплексами, чем исчезающие речки, являются мелкие пещеры в известняковых толщах по долинам Ельчика, Воргола, Ясенков, Пальны и Сосны. На глубине первых метров от входа у большинства пещер произрастают представители реликтовой флоры – костенец стенной, шиверекия подольская, крупка сибирская, цистоптерис ломкий, голокучник Линнея [5].

Замечено, что существует связь между местами скопления карстовых поверхностных форм с выходами на дневную поверхность родников. Ока и Дон с притоками – главные артерии Среднерусского региона, где родниковый сток играет существенную роль в их питании в течение года. «Чем-

пионом» по обилию родникового стока является донской бассейн. Только в одной Липецкой области в трех административных районах, расположенных в бассейне Дона, насчитывается 248 источников, из них в Елецком районе – 110, Задонском – 86, Измалковском – 52 [26].

### **О связи карстовых явлений с антропогенными формами рельефа**

Многолетние ландшафтные исследования на известняковом севере Среднерусской возвышенности к югу от широтного течения реки Оки и до линии Воронеж – Курск позволяют нам утверждать о существовании устойчивой связи между активными карстовыми явлениями и отрицательными формами рельефа, созданными при участии человека. Свежие карстовые провалы в виде воронок нам приходилось встречать по днищу бывших окоп, траншей, блиндажей, придорожных кюветов. Такая приуроченность карстопроявления к отрицательным формам объясняется по меньшей мере двумя причинами. Первая сводится к тому, что при строительстве фортификационных сооружений удаляется экранирующий карбонатные грунты суглинистый слой. Вторая причина заключается в образовании искусственных условий для накопления весенней влаги и воды летних ливней. Вскрытые или почти вскрытые на дневную поверхность карбонатные породы при участии избытка влаги вовлекаются в процесс растворения. Активные проявления карста в антропогенных формах наблюдаются прежде всего там, где получили распространение природные карстовые явления. Так, летом 1965 года на территории госзаповедника «Галичья гора» мы наблюдали 3 провала, приуроченных к днищу траншеи, построенной в 1942 году вдоль бровки левого склона долины реки Дон. Глубина провалов была равна 1,5-0,8 метра, а диаметр не более 2-3 метров. Днища воронок заросли Иванчаем узколистым, крапивой жгучей, чистотелом большим [32]. К лету 2017 года активным оставался только один провал, соседствующий с оврагом в известняках «Холодные пещеры». Он сохранил практически ту же глубину, что и 50 лет назад, а диаметр увеличился на 0,5-0,8 метра.

В 60-х годах XX столетия карстовые явления в окопах и воронках взрывов отмечали в окрестностях д. Чулково Мценского района Орловской области Ф. Н. Мильков и А. А. Чибилев [20].

Малоактивные карстовые провалы образовались в 1986 и 1988 годах в кюветах автодороги, построенной вдоль юго-восточной границы запо-

ведника «Галичья гора». В июле 2017 года одна воронка имела диаметр 3,8-3,9 метра и глубину от днища кювета 1,3-1,4 метра, а вторая диаметром 3,45х4,25 метра и глубиной 1,5 метра. У обеих воронок на днище есть все признаки фильтрации воды. Склоны и днища карстовых провалов зарастают зверобоем продырявленным, синяком обыкновенным, полынью горькой, шалфеем остепненным, ромашкой непахучей, пупавкой красильной, костром береговым.

Причину их образования, очевидно, можно объяснить двояко. Во-первых, совпадением профиля автодороги с направлением трещин в известняках параллельно донской долине, а во-вторых, «оскальпированием» при строительстве экранирующих слоев суглинистой морены. Вот почему есть основание полагать, что концентрируемая в углублениях кювета весенне-ливневая влага провоцирует пока вялотекущий карстовый процесс с ежегодным незначительным изменением метрических параметров воронкообразных понижений.

Возможные карстопроявления в днище кювета после строительства автодороги, идущей к заповеднику «Галичья гора», нами прогнозировались заранее по аналогии с карстовыми формами, возникшими в 60-х годах в днище оборонительной траншеи вдоль бровки склона донской долины.

### **Новый взгляд на происхождение и эволюцию карстовых форм рельефа в центре Русской равнины**

В центре Русской равнины получил развитие покрытый тип карста [1]. О его генезисе и эволюции карстовых форм существует обширная литература, авторов которой объединяет сходство мнений на механизм протекания в этом регионе карстового процесса. Большинство исследователей сходится на том, что карстование карбонатных пород здесь идет «сверху». По этому поводу В. Г. Елисеев пишет следующее: «Наиболее благоприятные условия для карстовых процессов существуют в приречном типе местности – в долинах, балках и на прилегающих к ним склонах плато крутизной более 3°. Дождевые и талые снеговые воды в этих местах легко проникают сквозь тонкий слой песчано-глинистых пород мезозойского и четвертичного возрастов в трещины ниже лежащих известняков и вызывают развитие карстовых урочищ» [8, с. 3].

Фактически ту же самую причину в возникновении карстовых форм имеет ввиду Ф. Н. Мильков, когда подчеркивает, что «активный меловой

карст проявляется в приречных участках водоразделов и на надпойменных террасах, т.е. там, где смыты глинистые отложения палеогена и днепровской морены» [17, с. 40-41].

Наши 60-летние (1958-2017) наблюдения в полустационарных условиях за развитием карстовых комплексов на левобережье Дона в окрестностях заповедника «Галичья гора» противоречат выводам предшественников о преимущественном растворении карбонатных пород талыми и дождевыми водами. Не отрицая участия в образовании карстовых форм поверхностного стока, мы тем не менее считаем, что механизм возникновения классического карста на Среднерусской возвышенности происходит совершенно иначе – «снизу». Такая уверенность у нас появилась после образования свежих провалов на плато Морозовой горы в 1,4 км к югу от административного корпуса галечгорского заповедника. Первый провал относится к 1997 году. Он образовался рядом с бровкой старой воронки. Второй на 10 лет позднее на расстоянии всего 5 метров от первого. Примечательно, что в стенке колодцеобразного первого провала диаметром около 2,5 метров обнажились заостренные к верху столбы девонского известняка, пустоты между которыми были заполнены моренным суглинком. Обнажение в стенке второго провала было точной копией первого. Нам оставалось только прочесть карстовую летопись, записанную природой по меньшей мере за последние десятки тысяч лет.

Складывалась следующая картина, состоящая из нескольких последовательно сменяющих друг друга событий. *Первое событие.* Пустоты ископаемого карста в девонских известняках [38] в местах размыва перекрывающих их мезозойских отложений накануне материковых оледенений, днепровского в частности, обнажились на дневную поверхность. *Второе событие.* Наступление днепровского ледника сопровождалось заполнением карстовых пустот моренным материалом, а затем и флювиогляциалом до уровня подземных вод девонского горизонта. *Событие третье.* Подземные воды в местах соприкосновения с известняками в постледниковое время постепенно растворяют карбонаты из-за чего ослабляется контакт морены с известняком. *Событие четвертое.* Песчано-глинистый моренный материал снизу постепенно обрушивается, превращаясь в твердый подземный сток. Мощность моренных отложений в пустотах ископаемого карста уменьшается до критической. *Событие пятое.* Карстовый процесс вместе с не-

тектоническими движениями (поднятия) продолжают увеличивать размеры доледниковых вертикальных пустот в карбонатных породах. Потерявшая связь с влажными стенками известняка глинистая морена обрушивается в подземную полость. На дневной поверхности в местах обрушения морены образуются колодцеобразные провалы, с течением времени при участии эрозионных процессов, превращающиеся в воронки с понорами или без понор.

Таким образом, становится понятным, что образование первичных поверхностных карстовых форм связано с карстовым процессом, протекающим «снизу», а не «сверху», как это представлялось некоторым нашим предшественникам. Развитию карстового процесса «снизу» в таком случае не может препятствовать «бронь» из палеогеновых глин и морены, перекрывающих карбонатные породы на разных топографических местностях – водоразделах, придолинных и прибалочных склонах.

Карстование «сверху» скорее исключение, чем правило (закономерность).

Эволюция карстовых форм рельефа от начала активизации карстового процесса до его затухания проходит несколько вариативных стадий. Согласно В.Г. Елисееву в начальную стадию возникают воронки-блюдца, которые существуют длительное время из-за медленно текущего карстового процесса при малой трещиноватости известняков [7].

Следующая стадия развития карста – образование на дне воронки-блюдца конусообразной воронки просасывания с действующей понорой или воронки просасывания, минувя воронку-блюдец, на склонах плато и на дне балок.

Третья стадия характеризуется закупоркой понор сносимым почвенным покровом и суглинком, и превращением воронок с понором в воронки заиленные с недействующим понором.

Исследователь мелового карста в бассейне Десны и Ипути в Брянской области Н.С. Миллер утверждает, что «первичная форма карстового провала всегда имеет форму шахтного колодца» [16, с. 26].

Наши наблюдения на полигоне Галечгорского полустационара и в его окрестностях позволяют несколько по-иному рассматривать стадийность развития карстовых форм.

*Вариант 1.* В 1967 году студенты Т. Кажанова и Л. Карпова, занимаясь ландшафтным картированием, на месте убранный скирды на сельскохозяйственном поле в окрестностях заповедника «Га-

личья гора» в границах возвышенно-денудационной мезозоны (абс. отметки 180-220 м) [35] обнаружили трубообразное углубление диаметром всего 15-20 см. Через двадцать лет на этом месте после постепенного расширения образовался колодцеобразный провал диаметром около 1,7 метра и глубиной до 1,5 метров. В 2008 году на 6 участке Морозовой горы близко от бровки долинного склона Дона, где располагается пробная геоботаническая площадка с осочковой формацией, образовался аналогичный трубообразный ствол просасывания под едва прикрытой редзиновой почвой толще известняков. Диаметр ствола был равен 0,3 метра и глубина 1,0-1,7 метра. В июле 2017 года диаметр ствола увеличился до 0,85 метра, а глубина равнялась 3,1 метра. С глубины 1,4 метра диаметр ствола сужался (0,4х0,7 м.).

*Вариант 2.* В окрестностях заповедника «Галичья гора» на известняковом плато, прикрытом моренным суглинком, первоначально образуются колодцеобразные провалы, превращаясь со временем в конусовидные воронки с понором.

*Вариант 3.* Колодцеобразные провалы, появляющиеся в устьевой части ложбин стока, постепенно превращаются в воронки пиалообразной формы, понор которых, очевидно, быстро заиливается. Такую форму карстовой воронки, находящуюся с юго-западной стороны ложбины стока Зотова лога на Морозовой горе, мы наблюдали в течение 1958-2008 годов. Весной 2008 года на ее дне образовалось (вскрылось) сразу два понора, в стенках которых обнажилась двухметровая толща намывтого чернозема.

*Вариант 4.* Вариант совершенно уникальный. Он рассматривается нами на примере встреченного во время экспедиционных обследований в августе 2016 года Нового Вертебя. Карстовый комплекс среди остатков старовозрастной дубравы с кленом и липой мелколистной находится в левом боковом отвершке Патриаршего лога в Задонском районе на правом берегу Дона. Новый Вертебя необычно крупных размеров и формы. Балочные склоны плавно переходят в склоны карстовой воронки, а те в свою очередь втягиваются в понор-пропасть. Такого грандиозного понора нам не приходилось наблюдать за все предшествующие годы полевых обследований в других частях Среднерусского региона. Диаметр понора-пропасти в верхней части равен 15-17 метрам, а его округлой формы края от бровки склонов балки опущены на 7-8 метров. В стенках понора по всему периметру сверху вниз обнажается тонкий 7-10 см слой по-

чвы, ниже залегает 30-40 см коричневого цвета моренный суглинок, а под ним отвесная стенка из девонского известняка.

Понор-пропасть по всей видимости унаследовал доледниковую полость и «работает» не заиляясь в течение последних 180-200 лет. Такое суждение нам позволяют сделать следующие наблюдения. В старолесье, что произрастает на склонах карстовой воронки и верхней части балки, встречаются и пневые спилы 20-25-летней давности. На одном из них нам удалось насчитать 157 годовых колец. Это означает, что образование карстового комплекса произошло не менее, чем 150 и более лет назад.

За понором образовалась перехватывающая поверхностный сток плотина. Ниже за плотиной, в сторону тальвега основного лога, располагается прекрасный суходольный луг, в травостое которого заметную роль играет разнотравье (клевер Андриевского, клевер красный, зверобой продырявленный, душица, коровяк восточный). Редко произрастают кусты кизильника и терновника.

Итак, полевые наблюдения за карстовыми явлениями в бассейне верховьев Оки и Дона показывают, для того чтобы достоверно судить об интенсивности и эволюции развития здесь карстовых комплексов необходимо организовать стационарные и полустационарные наблюдения. Попытка А. С. Козьменко организовать в начале XX века карстово-мелиоративную станцию в Ефремовском уезде Тульской губернии к сожалению, не увенчалась успехом.

Актуальность детального изучения карста и наблюдения за карстовыми явлениями на Русской равнине объясняется многими причинами. Наш многолетний опыт и опыт наших авторитетных предшественников, убедительно показывает, что карстовые явления чаще всего играют взаимоисключающую роль в природно-хозяйственной практике на закарстованных территориях.

Положительная роль карста сводится к следующему.

1. Карстовые формы с действующими понорами являются открытыми «окнами», через которые поверхностный сток пополняет подземные водоносные горизонты. А. С. Козьменко даже предлагал с этой целью расчищать заиленные поноры [12].

2. На тех территориях, где карст получил умеренное распространение, резко снижается развитие плоскостной и линейной эрозии. О наблюдениях на Среднерусской возвышенности Ф. Н. Мильков пишет «чем выше закарстованность территории, тем меньше степень ее овражного расчленения» [18, с. 11].

3. В балках, где развит карст на днище, качество и биопродуктивность суходольных лугов значительно выше, чем в балках, не имеющих карстопроявления [7].

Карстовые явления имеют и существенные отрицательные последствия.

1. На Среднерусской возвышенности известны многочисленные случаи «ухода» прудов, построенных в балках, где находились заиленные воронки или близко к поверхности залегали трещиноватые карбонатные породы [7, 17].

2. Закарстованные территории следует рассматривать как территории особого техногенного риска. Гвоздецкий Н. А. со ссылкой на А. В. Ступишина приводит пример трагичного случая на Приволжской возвышенности, когда возник карстовый провал при пахоте, сопровождающийся поглощением и трактора, и тракториста [1].

В окрестностях города Новозыбков (Брянская область) на реке Ипуть между руслом и поймой известно Святое озеро. У старожилов бытует легенда, что на этом месте в стародавние времена стоял храм, провалившийся в карстовую пропасть, заполнившуюся впоследствии речной водой.

Гвоздецкий Н. А. обращает внимание на то, что на Русской равнине из-за высокой закарстованности территории пришлось корректировать места расположения крупных строителей, в частности, переносить створ плотин волжских водохранилищ [1].

3. При полевых исследованиях нам часто приходилось встречать примеры, когда карстовые воронки привлекали внимание отдельных граждан и некоторые организации как места складирования различных, в том числе опасных по своим свойствам, отходов. В одних случаях это были захоронения падших животных и птиц, а в других свалки твердых бытовых отходов и даже встречались случаи накопления для временного хранения ядохимикатов и минеральных удобрений у края карстовых провалов. Такие примеры заставляют нас обратить внимание служб Росприроднадзора на включение карстовых образований в качестве объектов Государственного мониторинга. Плотность пикетов мониторинговых наблюдений, по нашему мнению, должна возрастать в зависимости от частоты встречаемости карстовых явлений и с учетом их удаленности от поселений.

По итогам полевых наблюдений и заимствованным материалам, содержащимся в литературных публикациях, нами составлена картосхема (рис.) частоты встречаемости карстовых комплексов к югу от широтного течения Оки на террито-

рии Тульской, Липецкой, частично Рязанской и Воронежской областей.

На картосхеме показаны четыре категории ареалов. Учету подлежали – воронки, карстовые западины, исчезающие речки, озера, свежие провалы, болота, пещеры. По частоте встречаемости карстовых явлений на схеме получили отражение следующие группы ареалов – 1) очень часто (более 30 карстовых форм на 10 км<sup>2</sup>); 2) часто (5-30 карстовых форм на 10 км<sup>2</sup>); 3) редко (3-5 карстовых форм на 100 км<sup>2</sup>); 4) очень редко (не выявлено или нет сведений).

Составленная нами картосхема карстоопасных явлений относится к числу рекогносцировочных, *сигнальных*, карт. Сигнальные карты – результат ландшафтно-географических наблюдений и не претендуют на исчерпывающую полноту как, например, инженерно-геологические карты. Но они акцентируют внимание проектировщиков автомагистралей, железных дорог, линий электропередач, крупных водохозяйственных объектов и других сооружений планировать детальные изыскания в ареалах распространения природоопасных явлений, в частности карстовых.

#### **Псевдокарст и псевдокарстовые комплексы в структуре мезозон. Диагностические признаки распознавания псевдокарста**

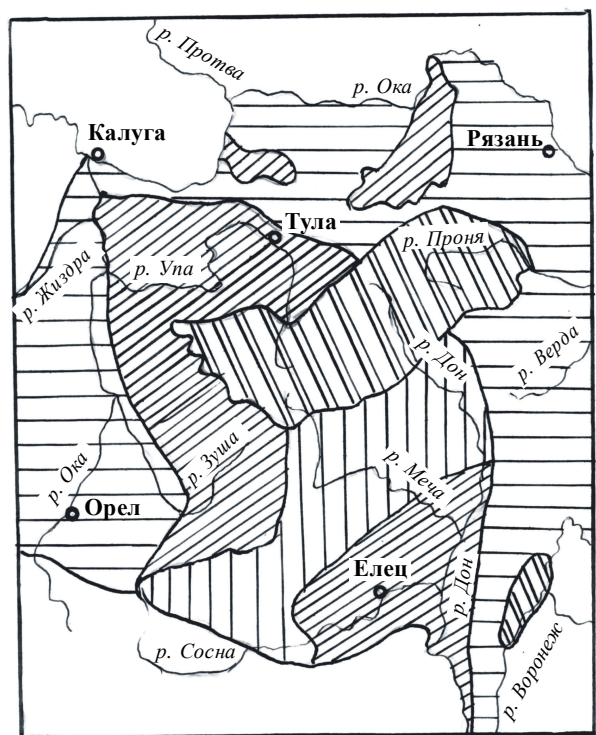
В центре Русской равнины наряду с карстовыми явлениями получили распространение явления псевдокарстовые. По внешнему виду и метрическим данным псевдокарстовые формы рельефа часто абсолютно идентичны формам карстовым.

Территориально псевдокарст встречается в местах крупных строителей, работы горнодобывающих предприятий, районах военных действий в период Великой Отечественной войны, на участках добычи известнякового камня ручным способом, при прокладке подземных коммуникаций.

Особенно часто карстоподобные явления отмечаются в Тульской, Смоленской, Рязанской областях, где долгое время шла подземная добыча бурого угля. Псевдокарстовые формы в виде воронок, котловин, неправильной формы западин образуются над шахтными выработками в двух случаях.

Первый случай возникает, когда при горных работах в Подмосковном бассейне залегающие в угленосных толщах подземные воды провоцируют прорыв мелкозернистых песков в подземные выработки, образуя плавуну. Плавун приводит к провалам кровли шахтных штреков и возникновению на дневной поверхности воронок и впадин.





- очень часто (> 10 карстовых форм на 10 км<sup>2</sup>)
- часто (5 – 10 карстовых форм на 10 км<sup>2</sup>)
- редко (3 – 5 карстовых форм на 10 км<sup>2</sup>)
- отсутствуют или нет сведений
- граница контура

Рис. Сигнальная картосхема встречаемости карстовых форм рельефа (воронки, западины, вертебя, ниши, пещеры)

Второй случай появления провалов при подземном способе добычи угля происходит после «посадки» отработанных шахтных лав. Результат такого технологического приема – образование на дневной поверхности многочисленных отрицательных форм рельефа, напоминающих по внешнему виду карстовые поля.

Псевдокарстовые формы, возникающие на поверхности вершинно-водораздельной мезозоны (абс. отметки 220-250 м) [35], в течение не менее 70-80 последних лет стали главной причиной образования разных по структуре комплексов антропогенного генезиса. Так, на ключевом участке «Бегичево» в Богородицком районе Тульской области среди плоских распаханых пространств с серыми лесными почвами и выщелоченными черноземами контрастируют с сельскохозяйственными землями несколько типов комплексов антропогенного генезиса ранга уро-

чищ: провальные воронки, озера, луговые западины, низинные болота, распаханые западины.

Урочища низинных болот сформировались в котловинах после подвалок над выработанными угленосными пластами с последующим сливом в них шахтных вод. Понижения имеют округлую (диаметр 40-50 м) или эллипсовидную (длина 60-70 м, ширина 20-30 м) форму. Глубина их варьирует от 0,7 до 1,5 метров. К настоящему времени зеркало воды заросло флорой типичной для низинных болот: осокой двудомной, частухой подорожниковой, манником водяным, хвощом болотным, рогозом широколистным и тростником обыкновенным. Окружающая поверхность плакоров имеет крутизну не более 1-2°.

В границах шахтного отвода получили распространение *распаханные западины* округлой, прямоугольной и многоугольной формы. Глубина их не превышает 0,5-0,7 метра. Диаметр колеблется от 20-25 до 35-45 метров. Крутизна склонов не более 3-5°. Западины, словно пчелиные соты, близко располагаются одна рядом с другой, что значительно затрудняет механизированную обработку.

*Луговые западины* на месте шахтных подвалок, имея те же внешние формы, что и у предыдущего типа, отличаются более крупными метрическими параметрами. Глубина их увеличивается до 2 метров, длина составляет 50-60 метров, ширина 11-12 метров. Крутизна склонов западин около 25-30°. Площадь каждой западины колеблется от 0,4 до 0,7 га. Склоны и днища западин в зависимости от устойчивости увлажнения отличаются друг от друга спектром флоры. На сухих участках разреженные ассоциации из мятлика лугового, лапчатки серебристой, полыни горькой, тысячелистника благородного, а по увлажненным днищам хорошо себя чувствуют лютик ползучий, хвощ болотный, осока двудомная. Аграрное производство на этих псевдокарстовых комплексах приостановлено.

*Провальные воронки* при возникновении плавуна при горных работах – типичные псевдокарстовые комплексы в Подмосковном бурогольном бассейне. Провалы по внешнему виду точная копия карстовых образований в карбоновых и девонских известняках севера Среднерусской лесостепи. Единственным диагностическим признаком, помогающим отличить естественные карстовые провалы от антропогенных воронкообразных форм, является приуроченность последних к шахтным штрекам. Воронки имеют форму опрокинутого конуса с крутизной склонов 20-25°. Глубина воронок от 1,8 до 15 метров, что в среднем по



Подмосковному бассейну составляет 74 % от выработываемой мощности угольного пласта [29]. Диаметр воронок равен 5-6 метрам.

Впечатляющий облик создают псевдокарстовые образования в зоне Тульских засек. Западины здесь занимают обширные мульды до сотни метров в диаметре. Генезис понижений связан с участками оседания кровли шахтных выработок. Весной и в дождливое лето котловины заполняются водой отчего многовековые насаждения дуба черешчатого, липы мелколистной, ясеня и вяза шершавого обрекаются на гибель. Наиболее типичным примером являются подвалки на плоском водоразделе в 210 квартале Яснополянского лесничества.

Подмосковный угольный бассейн не единственный регион, где часто встречаются псевдокарстовые комплексы, связанные с добычей полезных ископаемых. На известняковом севере Среднерусской возвышенности в Липецкой области на коренных склонах долины Дона и его притоках, в истоках Оки в Орловской области у сел Семеново и Шахматово сохраняются с XVII века псевдокарстовые формы, оставшиеся после кустарной добычи строительного камня. В истоках Оки местные крестьяне добывали на останцовых холмах верхнемеловые песчаники, приспособивая их под фундаменты возводимых строений. В Липецком Подонье с помощью лома, кирки и лопаты извлекали девонский толсто-плитчатый известняк елецкого горизонта. Добытые каменные плиты служили строительным материалом для возведения жилищ, хозяйственных построек и даже межевых ограждений соседних домовладений.

Предпочтение камню как строительному материалу, а не древесине, население лесостепного Подонья отдавало по двум причинам. Первая заключалась в том, что в лесостепье объективно площади лесов всегда намного уступали лесным площадям северных губерний. Вторая, самая главная, причина была связана с законодательными ограничениями. Еще по петровской Лесной инструкции 1703 года массивы лесов на расстоянии 55 верст от русел больших рек и 11 верст от русел малых рек относились к водоохранным лесам ограниченного пользования.

Места добычи камня и границы поселений на новых осваиваемых землях лесостепья в XVII веке территориально часто совпадали. Каменоломни и мелкие кустарные разработки располагались в непосредственной близости от возводимых строений [22]. Известны случаи, когда за селами закрепились названия, отражающие следы изменений

микрорельефа, оставшегося после добычи каменного материала. Так, в книге «Россия», составитель В. П. Семенов, читаем: «На Матыре находится село Каменное (ныне Грязинский район Липецкой области – авторы), имеющее до 1500 жителей и получившее свое название от существующих здесь прекрасных обнажений девонских известняков и каменных ломок» [28, с. 592].

Термин *ломки* давно бытует в топонимическом лексиконе местных старожилов. Ломки представляют воронкообразные углубления, оставшиеся после извлечения строительного камня, и приуроченные, как правило, к бровкам долинных склонов, где близко к дневной поверхности располагаются залежи известняков [31]. Морфометрические показатели ломок отвечают следующим параметрам: диаметр около 8-10 метров, глубина не более 1,5-2,0 метров, крутизна асимметричных склонов в интервале от 5-7° до 14-18°. Теперь карстоподобные углубления или скрыты под пологом лесного покрова, или, чаще всего, их склоны зарастают изреженной травянистой флорой.

Открытые каменоломни более громоздкие техногенные образования неправильной по периметру форме и более глубокие (до 7-10-12 м.). Как и ломки они зарастают лесом или разнотравьем, в котором значительную долю занимают крупномерные виды – Иван-чай узколистный, порезник промежуточный, скабиоза желтая, василек шероховатый, татарник колючий. В углублении каменоломни на 11 участке заповедника Галичья гора на известняковой щебенке произрастают флористические редкости – процветающая популяция шлемника приземистого и угасающая эфедры двухколосковой.

*Распознать карстоподобные формы техногенного генезиса от форм реального карстового происхождения можно по нескольким признакам: а) у техногенных форм всегда отсутствует понор; б) хаотичное размещение на склонах и днище извлеченных из залежи каменных глыб; в) территориально близкое размещение отрицательных техногенных форм рельефа от границ поселений.*

Оригинальные псевдокарстовые формы микрорельефа среди естественных карстовых форм сохраняются в местах, где 300-320 лет назад шла открытая добыча бедных железных руд Липецкого месторождения ручным способом – способом дудок. Так, например, псевдокарстовое поле из сотни мелких котловин глубиной 0,5-0,7 метра и диаметром около 1,0 метра и сопряженных с ними холмиков высотой до 0,6 метра находятся на

нижней части пологого левобережного долинного склона реки Репец в Задонском районе Липецкой области. *Расположенные рядом с понижениями холмики, сложенные породами вскрыши (в основном песчано-глинистой смесью), остаются единственными свидетелями, по которым можно отличить искусственные углубления (псевдокарст) от понижений, действительно связанных с карстовыми явлениями.*

Беллигеративные комплексы еще одна большая антропогенного происхождения категория псевдокарстовых форм рельефа. Они до сих пор встречаются в местах ожесточенных столкновений противоборствующих армий в период Великой Отечественной войны. На междуречье Дон-Воронеж к северу от областного центра в лесном массиве у спорткомплекса «Олимпик» сохраняются до 137 беллигеративных псевдокарстовых форм на 1 гектаре. Еще более крупные отрицательные формы сохраняются с военных времен 1942-1943 годов в дубраве напротив гостиничного комплекса «Яр».

Здесь следует различать две группы псевдокарстовых форм беллигеративного генезиса. Одна группа связана с ударным эффектом бомб, снарядов, мин. После их взрыва образуются воронки различных метрических характеристик, совпадающих по морфологии с формами карстового происхождения. *Отличить воронки взрывов от карстовых воронок можно только по одному признаку – брустверу (отвалу), образуемому по верхнему периметру ложнокарстовых углублений.*

Вторую группу образуют остатки фортификационных сооружений – блиндажи, одиночные окопы, места нахождения военной техники. *Отличить в этом варианте антропогенные формы рельефа от отрицательных замкнутых форм естественного происхождения, как и в первом случае, опять таки можно только по брустверу – отвалу, который оконтуривает их периметр.*

С совершенно уникальными псевдокарстовыми формами нам пришлось познакомиться летом 1998 года на левобережье Дона в окрестностях села Конь-Колодезь. Пришло сообщение от председателя Липецкого областного Совета Всероссийского общества охраны природы Н. В. Пешковой о том, что у села Конь-Колодезь Хлевенского района произошли массовые карстовые провалы. Выехав по указанному адресу, мы действительно у края бровки уступа второй цокольной надпойменной террасы обнаружили массу свежих конусовидной формы провалов, на склонах которых обнажались

охристо-бурые песчано-глинистые слои. В некоторых воронках на днище зияли поноры. Но смущало несколько обстоятельств. 1. Высокая плотность воронок – на 1200 м<sup>2</sup> насчитывалось до 15 провалов. 2. Все углубления были приблизительно одного размера: 8,0х10,0х12,0 метров в диаметре и глубиной до 3,0 метров. 3. Естественные карстовые формы воронкообразного вида образуются не одновременно, а в несколько стадий.

При более внимательном осмотре окружающей провалы местности на поверхности крутого уступа террасы был обнаружен открывшейся вместе с обрушением кровли вход в подземелье. Стало ясно, что пустоты остались со времени возникновения села Конь-Колодезь в середине XVII века [25], когда местные жители вели подземную добычу известняка для строительства жилых и подсобных помещений. Примечательно, что о существовании штолен не было известно ни теперешним жителям села, ни изучавшим геологическое обнажение урочища «Каменная гора» на Дону [6], ни авторам каталога «Особо охраняемые ландшафты Липецкой области» [23], рекомендовавшим включить урочище в список памятников природы.

Высота подземных выработок известнякового камня на время осмотра составляла около 1,6 метра, а ширина до 2,3-2,5 метра. Залежи известняка в штольнях были сильно подвержены процессу выветривания, что в конечном итоге и стало причиной обрушения кровли пустот и образования на дневной поверхности надпойменной террасы воронок проседания.

Повторно псевдокарстовое поле Каменной горы у с. Конь-Колодезь мы посетили, спустя двадцать лет, в июле 2017 года. Накануне, 2015-2016 годах, в южной части урочища появились два свежих провала конической формы. Диаметр новых воронок обрушения равнялся 5-6 метрам, а глубина до 3 метров. В стенках псевдокарстовых углублений обнажался сверху вниз почвенный слой 0,5-0,7 метра, буровато-серый моренный суглинок 0,3-0,5 метра, охристого цвета пески мощностью до 1,2 метра.

Старые провалы 1998 года сплошь заросли в основном рудеральной флорой. Окружающий ложнокарстовые воронки растительный покров – разнотравно-луговая степь с шалфеем остепненным, скабиозой желтой, качимом метельчатым, порезником промежуточным, василистником малым, типчаком.

После изучения псевдокарстовых комплексов в урочище «Каменная гора» стало понятно, что

памятник природы у с. Конь-Колодезь приобрел дополнительное значение – историко-географическое.

### Заключение

Многолетние исследования карстовых и псевдокарстовых комплексов на известняковом сегменте Среднерусской возвышенности к югу от широтного течения Оки позволяют сделать несколько ландшафтно-географических обобщений.

1. Карстовые и псевдокарстовые формы микрорельефа встречаются не только одинаково часто, но и территориально, как правило, соседствуют друг с другом.

2. Микроформы рельефа карстового происхождения (воронки, западины, вертебя, котловины), встречающиеся в границах лесостепной провинции Среднерусской возвышенности, являются основой для формирования лесостепной структуры карстовых комплексов: *карстовые воронки, сохраняющие остатки дубравных насаждений; карстовые воронки с лугово-степным растительным покровом; озера в котловинах карстового генезиса; карстовые воронки, занятые сфагновыми болотами; низинные болота в углублениях карстовых образований.*

3. Проведенные нами полевые исследования и анализ литературного материала предшественников показывает, что карстовые и псевдокарстовые формы так же как и в бассейне Средней Десны и на меловом юге Среднерусской возвышенности получили наибольшее распространение в границах вершинно-водораздельной мезозоны (абс. отметки 220-250 м.), что соответствует раннемиоценовой (полигенетической) поверхности выравнивания [34, 36].

4. Современные карстовые явления на Среднерусской возвышенности занимают пространственно участки, где активно протекали палеокарстовые процессы до начала материковых оледенений на Русской равнине.

5. Изучение свежих карстовых явлений в центре Русской равнины показало, что растворение карбонатных пород происходит, главным образом, «снизу».

6. В центре Русской равнины на Среднерусской возвышенности периоды активизации карстовых явлений чередуются с периодами затухания. Интервал между ними составляет от 25 до 40 лет.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздецкий Н. А. Карст / Н. А. Гвоздецкий. – Москва : Мысль, 1981. – 214 с.

2. Грайзер М. И. Структурные особенности девонских и каменноугольных отложений южного крыла Подмосковной котловины / М. И. Грайзер // Известия АН СССР. Сер. геологическая. – 1956. – № 6. – С. 20-30.

3. Гужева А. Ф. Овраги Среднерусской возвышенности / А. Ф. Гужева // Труды института географии АН СССР. – Москва; Ленинград, 1948. – Т. 42. – С. 37-74.

4. Давыдова М. И. Географические условия и особенности развития карста на юге Рязанской области / М. И. Давыдова // Ученые записки Московского городского педагогического института им. В. П. Потемкина. – 1953. – Т. XXI, вып. 3. – С. 23-42.

5. Двуреченский В. Н. Пещеры / В. Н. Двуреченский, С. В. Федотов // По родным просторам / Ф. Н. Мильков [и др.]. – Воронеж : Издательство Воронежского университета, 1992. – С. 132-139.

6. Дроздов К. А. В устье Воронежа. Ландшафтные участки Семилукского отрезка / К. А. Дроздов [и др.] // Долина Дона: природа и ландшафты. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 1982. – С. 86-99.

7. Елисеев В. Г. Карстовые формы рельефа на правобережье Дона в Липецкой области / В. Г. Елисеев // Известия Воронежского отдела Географического общества Союза ССР. – 1957. – Вып. 1. – С. 43-50.

8. Елисеев В. Г. К типологии и географии карстовых урочищ севера Среднерусской возвышенности (в пределах ЦЧО) / В. Г. Елисеев // Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР. – Воронеж, 1963. – С. 3-10.

9. Зубашенко М. А. Вопросы типологии карста / М. А. Зубашенко // Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР. – 1968. – С. 25-27.

10. Козменко А. С. Провальные, оползневые и эрозионные образования в северо-восточной части Новосильского уезда Тульской губернии / А. С. Козменко // Землеведение. – 1909. – Т. XVI, кн. III. – С. 1-39.

11. Козменко А. С. Провальные, оползневые и эрозионные образования в северо-восточной части Новосильского уезда Тульской губернии / А. С. Козменко // Землеведение. – 1909. – Т. XVI, кн. IV. – С. 1-62.

12. Козменко А. С. Лесомелиорация карстовых районов центральной лесостепи / А. С. Козменко // Лес и степь. – 1953. – № 3. – С. 38-44.

13. Крубер А. А. О карстовых явлениях в России / А. А. Крубер // Землеведение. – 1900. – Т. VII, кн. IV. – С. 1-34.

14. Лунгерсгаузен Ф. В. О провалах на юге Тульской губернии / Ф. В. Лунгерсгаузен // Естествознание и география. – 1911. – Кн. 3. – С. 25-33.

15. Лунгерсгаузен Ф. В. О провалах на юге Тульской губернии / Ф. В. Лунгерсгаузен // Естествознание и география. – 1911. – Кн. 4. – С. 30-43.

16. Миллер Н. С. Карст в меловых отложениях Брянской области / Н. С. Миллер // Тезисы докладов на совещании по изучению карста 30 января – 3 февраля 1956 г. – Москва, 1956. – Вып. 11. – С. 25-27.

17. Мильков Ф. Н. К географии и морфологии активного мелового карста на юге Среднерусской возвышенности / Ф. Н. Мильков // Известия Воронежского отдела Географического общества Союза ССР. – 1957. – Вып. 1. – С. 35-41.

18. Мильков Ф. Н. Карстово-меловые ландшафты южных районов черноземного центра / Ф. Н. Мильков // Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР. – 1965. – С. 3-12.

19. Мильков Ф. Н. Исчезающая речка / Ф. Н. Мильков, И. Н. Ежов // Природа. – 1953. – № 10. – С. 112-113.

20. Мильков Ф. Н. Динамика карста бассейна Зуши за 60-летний период / Ф. Н. Мильков, А. А. Чибилов // Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР. – Воронеж, 1957. – С. 79-82.

21. Михайлова Е. В. Карст в южном крыле Подмосковного бассейна / Е. В. Михайлова // Специальные вопросы карстоведения. – Москва : Издательство АН СССР, 1962. – С. 113-117.

22. Нестеров Ю. А. Фотомониторинг ландшафтов Среднерусской лесостепи / Ю. А. Нестеров, В. С. Сарычев // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2006. – № 1. – С. 53-63.

23. Особо охраняемые ландшафты Липецкой области (каталог) / под ред. В. И. Федотова. – Липецк : Липецкое издательство Мининформпечати РФ, 1993. – 70 с.

24. Пашканг К. В. Карст бассейна р. Зуши / К. В. Пашканг // Ученые записки Московского государственного педагогического института. География. – 1958. – Т. СХХ, вып. 3. – С. 137-148.

25. Прохоров В. А. Надпись на карте. Географические названия Центрального Черноземья / В. А. Прохоров. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 1997. – 192 с.

26. Родник – источник жизни (каталог) / В. А. Окороков [и др.]. – Липецк : Липецкое издательство Госкомпечати РФ, 1998. – 72 с.

27. Рождественский Н. В. Фалдинские и Тихвинские провалы / Н. В. Рождественский // Известия Тульского общества любителей естествознания. – Тула, 1912. – Вып. 1. – С. 51-62.

28. Россия. Полное географическое описание нашего Отечества : настольная и дорожная книга для русских людей / сост. В. П. Семенов [и др.]. – Санкт-Петербург : типография Слово, 1902. – Т. 2 : Среднерусская черноземная область. – 717 с.

29. Рутковский В. И. Влияние выемки угольных пластов на состояние лесонасаждений в Тульских засеках / В. И. Рутковский, А. Д. Пономарев // Лесное хозяйство. – 1956. – № 5. – С. 21-26.

30. Федотов В. И. Земля Тульская / В. И. Федотов, В. М. Васильев. – Тула : Приокское книжное издательство, 1979. – 222 с.

31. Федотов В. И. Ландшафтно-топонимический словарь Среднерусской лесостепи / В. И. Федотов. –

Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – 80 с.

32. Федотов В. И. Ландшафтные особенности известнякового севера Среднерусской возвышенности / В. И. Федотов // Материалы отчетной научной конференции за 1965 год. – Воронеж, 1966. – С. 22-24.

33. Федотов В. И. Типология известняково-карстовых урочищ севера Среднерусской лесостепи / В. И. Федотов // Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР. – 1968. – С. 34-38.

34. Федотов С. В. Вертикальная дифференциация литогенных ландшафтов равнин и вопросы их оптимизации в бассейне Средней Десны / С. В. Федотов // Проблемы региональной экологии. – Москва, 2009. – С. 25-29.

35. Федотов С. В. Морфолого-генетическая классификация высотной мезозональности в центре Русской равнины / С. В. Федотов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2014. – № 2. – С. 5-8.

36. Федотов С. В. Поверхности выравнивания и проблема вертикальной дифференциации литогенных ландшафтов центра Русской равнины / С. В. Федотов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2009. – № 2. – С. 101-107.

37. Физико-географическое районирование Центрально-Черноземных областей / под ред. Ф. Н. Милькова. – Воронеж : Издательство Воронежского университета, 1961. – 264 с.

38. Якушова А. Ф. Карст палеозойских карбонатных пород на Русской равнине / А. Ф. Якушова // Ученые записки Московского университета Сер. Геология. – 1949. – Т. 3, вып. 136. – С. 55-109.

## REFERENCES

1. Gvozdeckij N. A. Karst / N. A. Gvozdeckij. – Moskva : Mysl', 1981. – 214 s.
2. Grajzer M. I. Strukturnye osobennosti devonskih i kamennougol'nyh otlozhenij juzhnogo kryla Podmoskovnoj kotloviny / M. I. Grajzer // Izvestija AN SSSR. Ser. geologicheskaja. – 1956. – № 6. – S. 20-30.
3. Guzhevaja A. F. Ovrage Crednerusskoj vozvyshenosti / A. F. Guzhevaja // Trudy instituta geografii AN SSSR. – Moskva; Leningrad, 1948. – T. 42. – S. 37-74.
4. Davydova M. I. Geograficheskie uslovija i osobennosti razvitija karsta na jube Rjazanskoj oblasti / M. I. Davydova // Uchenye zapiski Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo instituta im. V. P. Potemkina. – 1953. – T. XXI, vyp. 3. – S. 23-42.
5. Dvurechenskij V. N. Peshhery / V. N. Dvurechenskij, S. V. Fedotov // Po rodnym prostoram / F. N. Mil'kov [i dr.]. – Voronezh : Izdatel'stvo Voronezhskogo universiteta, 1992. – S. 132-139.
6. Drozdov K. A. V ust'e Voronezha. Landshaftnye uchastki Semilukskogo otrezka / K. A. Drozdov [i dr.] //

Dolina Dona: priroda i landshafty. – Voronezh : Central'no-Chernozemnoe knizhnoe izdatel'stvo, 1982. – S. 86-99.

7. Eliseev V. G. Karstovye formy rel'efa na pravoberezh'e Dona v Lipeckoj oblasti / V. G. Eliseev // Izvestija Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva Sojuza SSR. – 1957. – Vyp. 1. – S. 43-50.

8. Eliseev V. G. K tipologii i geografii karstovyh urochishh severa Srednerusskoj vozvyshehnosti (v predelakh CChO) / V. G. Eliseev // Nauchnye zapiski Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR. – Voronezh, 1963. – S. 3-10.

9. Zubashhenko M. A. Voprosy tipologii karsta / M. A. Zubashhenko // Nauchnye zapiski Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR. – 1968. – S. 25-27.

10. Kozmenko A. S. Proval'nye, opolznevye i jerozionnye obrazovanija v severo-vostochnoj chasti Novosil'skogo uezda Tul'skoj gubernii / A. S. Kozmenko // Zemlevedenie. – 1909. – T. XVI, kn. III. – S. 1-39.

11. Kozmenko A. S. Proval'nye, opolznevye i jerozionnye obrazovanija v severo-vostochnoj chasti Novosil'skogo uezda Tul'skoj gubernii / A. S. Kozmenko // Zemlevedenie. – 1909. – T. XVI, kn. IV. – S. 1-62.

12. Kozmenko A. S. Lesomelioracija karstovyh rajonov central'noj lesostepi / A. S. Kozmenko // Les i step'. – 1953. – № 3. – S. 38-44.

13. Kruber A. A. O karstovyh javlenijah v Rossii / A. A. Kruber // Zemlevedenie. – 1900. – T. VII, kn. IV. – S. 1-34.

14. Lungersgauzen F. V. O provalah na juge Tul'skoj gubernii / F. V. Lungersgauzen // Estestvoznание i geografija. – 1911. – Kn. 3. – S. 25-33.

15. Lungersgauzen F. V. O provalah na juge Tul'skoj gubernii / F. V. Lungersgauzen // Estestvoznание i geografija. – 1911. – Kn. 4. – S. 30-43.

16. Miller N. S. Karst v melovyh otlozhenijah Brjanskoj oblasti / N. S. Miller // Tezisy dokladov na soveshhanii po izucheniju karsta 30 janvarja – 3 fevralja 1956 g. – Moskva, 1956. – Vyp. 11. – S. 25-27.

17. Mil'kov F. N. K geografii i morfologii aktivnogo melovogo karsta na juge Srednerusskoj vozvyshehnosti / F. N. Mil'kov // Izvestija Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva Sojuza SSR. – 1957. – Vyp. 1. – S. 35-41.

18. Mil'kov F. N. Karstovo-melovye landshafty juznyh rajonov chernozemnogo centra / F. N. Mil'kov // Nauchnye zapiski Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR. – 1965. – S. 3-12.

19. Mil'kov F. N. Ischezajushhaja rechka / F. N. Mil'kov, I. N. Ezhov // Priroda. – 1953. – № 10. – S. 112-113.

20. Mil'kov F. N. Dinamika karsta bassejna Zushi za 60-letnij period / F. N. Mil'kov, A. A. Chibilev // Nauchnye zapiski Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR. – Voronezh, 1957. – S. 79-82.

21. Mihajlova E. V. Karst v juznom kryle Podmoskovnogo bassejna / E. V. Mihajlova // Special'nye voprosy karstovedenija. – Moskva : Izdatel'stvo AN SSSR, 1962. – S. 113-117.

22. Nesterov Ju. A. Fotomonitoring landshaftov Srednerusskoj lesostepi / Ju. A. Nesterov, V. S. Sarychev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografija. Geojekologija. – 2006. – № 1. – S. 53-63.

23. Osobo ohranjaemye landshafty Lipeckoj oblasti (katalog) / pod red. V. I. Fedotova. – Lipeck : Lipeckoe izdatel'stvo Mininformpechati RF, 1993. – 70 s.

24. Pashkang K. V. Karst bassejna r. Zushi / K. V. Pashkang // Uchenye zapiski Moskovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta. Geografija. – 1958. – T. CXX, vyp. 3. – S. 137-148.

25. Prohorov V. A. Nadpis' na karte. Geograficheskie nazvanija Central'nogo Chernozem'ja / V. A. Prohorov. – Voronezh : Central'no-Chernozemnoe knizhnoe izdatel'stvo, 1997. – 192 s.

26. Rodnik - istochnik zhizni (katalog) / V. A. Okorokov [i dr.]. – Lipeck : Lipeckoe izdatel'stvo Goskompechati RF, 1998. – 72 s.

27. Rozhdestvenskij N. V. Faldinskie i Tihvinskie provaly / N. V. Rozhdestvenskij // Izvestija Tul'skogo obshhestva ljubitelej estestvoznaniya. – Tula, 1912. – Vyp. 1. – S. 51-62.

28. Rossija. Polnoe geograficheskoe opisanie nashego Otechestva : nastol'naja i dorozhnaja kniga dlja russkikh ljudej / sost. V. P. Semenov [i dr.]. – Sankt-Peterburg : tipografija Slovo, 1902. – T. 2 : Srednerusskaja chernozemnaja oblast'. – 717 s.

29. Rutkovskij V. I. Vlijanie vyemki ugol'nyh plastov na sostojanie lesonasazhdenij v Tul'skikh zasekah / V. I. Rutkovskij, A. D. Ponomarev // Lesnoe hozjajstvo. – 1956. – № 5. – S. 21-26.

30. Fedotov V. I. Zemlja Tul'skaja / V. I. Fedotov, V. M. Vasil'ev. – Tula : Priokskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1979. – 222 s.

31. Fedotov V. I. Landshaftno-toponimicheskij slovar' Srednerusskoj lesostepi / V. I. Fedotov. – Voronezh : Izdatel'sko-poligraficheskij centr Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. – 80 s.

32. Fedotov V. I. Landshaftnye osobennosti izvestnjakovogo severa Srednerusskoj vozvyshehnosti / V. I. Fedotov // Materialy otchetnoj nauchnoj konferencii za 1965 god. – Voronezh, 1966. – S. 22-24.

33. Fedotov V. I. Tipologija izvestnjakovo-karstovyh urochishh severa Srednerusskoj lesostepi / V. I. Fedotov // Nauchnye zapiski Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR. – 1968. – S. 34-38.

34. Fedotov S. V. Vertikal'naja differenciacija litogenykh landshaftov ravnin i voprosy ih optimizacii v bassejne Srednej Desny / S. V. Fedotov // Problemy regional'noj jeologij. – Moskva, 2009. – S. 25-29.

35. Fedotov S. V. Morfoloogo-geneticheskaja klassifikacija vysotnoj mezozonal'nosti v centre Russkoj ravniny / S. V. Fedotov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografija. Geojekologija. – 2014. – № 2. – S. 5-8.

36. Fedotov S. V. Poverhnosti vyravnivanija i problema vertikal'noj differenciacii litogenykh landshaftov centra Russkoj ravniny / S. V. Fedotov // Vestnik Voronezhsko-

go gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografija. Geoekologija. – 2009. – № 2. – S. 101-107.

37. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie Central'no-Chernozemnyh oblastej / pod red. F. N. Mil'kova. – Voronezh : Izdatel'stvo Voronezhskogo universiteta, 1961. – 264 s.

**Федотов Сергей Владимирович**

кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой рекреационной географии, страноведения и туризма факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: [deanery@geogr.vsu.ru](mailto:deanery@geogr.vsu.ru)

**Федотов Владимир Иванович**

доктор географических наук, профессор кафедры рекреационной географии, страноведения и туризма факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: [deanery@geogr.vsu.ru](mailto:deanery@geogr.vsu.ru)

38. Jakushova A. F. Karst paleozojskih karbonatnyh porod na Russkoj ravnine / A. F. Jakushova // Uchenye zapiski Moskovskogo universiteta Ser. Geologija. – 1949. – Т. 3, вып. 136. – S. 55-109.

**Fedotov Sergey Vladimirovitch**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Recreational Geography, Country Studies and Tourism, Department of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: [deanery@geogr.vsu.ru](mailto:deanery@geogr.vsu.ru)

**Fedotov Vladimir Ivanovitch**

Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Recreational Geography, Country Studies and Tourism, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: [deanery@geogr.vsu.ru](mailto:deanery@geogr.vsu.ru)