



УДК 551.435.8(470.325)

**РАЗВИТИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ РАЙОНИРОВАНИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ****DEVELOPMENT AND DISTRIBUTION OF KARST PROCESSES AND THEIR ZONING AND ENGINEERING GEOMORPHOLOGICAL APPRAISAL IN THE BELGOROD REGION****В. А. Хрисанов<sup>1</sup>, С. Н. Колмыков<sup>2</sup>, В.В. Манышев<sup>1</sup>  
V.A. Hrisanov<sup>1</sup>, S.N. Kolmykov<sup>2</sup>, V.V. Manyshev<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Белгородский юридический институт МВД России, Россия, 308024, г. Белгород, ул. Горького, 71<sup>2</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

<sup>1</sup> Belgorod Law Institute of the Ministry of Interior of Russia, 71, Gorky St, Belgorod, 308024, Russia<sup>2</sup> Belgorod State National Research University, 85, Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: khrisanov@bsu.edu.ru, kolmykov@bsu.edu.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы природных факторов, влияющих на развитие карстовых процессов на территории Белгородской области – геологических, геоморфологических, неотектонических, климатических и антропогенных. С точки зрения геологических факторов важное значение имеют мергельно-меловые отложения, которые поддаются интенсивной химической денудации. Впервые отмечается то, что на интенсивность проявления карстовых процессов оказывают влияние и современные тектонические движения, которые образуют участки повышенной трещиноватости, особенно в приразломных зонах, позволяющие тем самым просачиванию воды, даже в глубоко залегающие меловые отложения. В статье отмечаются также вопросы различных морфологических типов карстовых процессов их распространение и количественная характеристика. Приводится анализ природных факторов, интенсивности проявления карстовых процессов, которые позволили произвести районирование карста на территории Белгородской области. Учитывая то, что карстовые процессы оказывают разрушительное воздействие на хозяйственные постройки, даются рекомендации по мерам борьбы с ними.

*Resumé.* This article discusses the environmental factors influencing the development of karst processes in the Belgorod region – geological, geomorphological, neotectonic, climatic and anthropogenic. In terms of geological factors are important marl chalky deposits that are amenable to intensive chemical denudation. For the first time it is noted that the intensity of the manifestations of karst processes are influenced and by modern tectonic movements, which form areas of increased fracture, particularly in the near-fault zones, thus allowing seepage of water, even in deeply buried Cretaceous sediments. In the article, there are also questions of different morphological types of karst processes of distribution and quantitative characteristic. The analysis of natural factors, the intensity of the manifestations of karst processes is carried out which makes it possible to produce zoning of karst in the Belgorod region. Given that karst processes are destructive to outbuildings, a guidance on measures to combat them is provided.

*Ключевые слова:* карст, карстовые процессы, карстовая денудация, карбонатные породы, районирование карста, прогнозирование карста.

*Key words:* karst, karst processes, karst denudation, carbonate rocks, karst zoning, forecasting karst.

Актуальность проблем изучения карста состоит в том, что площади, занимаемые растворимыми горными породами в России большие, в том числе и на территории Белгородской области. Растворимые породы на территории области представлены меловыми отложениями и в районах их отложений наблюдаются своеобразные формы карстового рельефа.

Под термином «карст» мы понимаем процессы растворения легко растворимых карбонатных пород, формы рельефа, которые при этом образуются, а также совокупность отложений, приуроченных к этим формам. Карст среди экзогенных процессов на территории Белгородской области занимает особое место, которое определяется тем, что наблюдающиеся формы чаще всего полигенетичны. Собственно растворение обычно определяет начальные этапы развития карстовых форм. По мере увеличения их размеров все большее значение приобретают водная эрозия [Хрисанов, Колмыков, 2015],

гравитационные процессы, суффозия и пр. Их взаимодействие приводит к нелинейности карстового морфогенеза, что существенно осложняет создание статических, динамических, а также прогностических и ретроспективных моделей карстообразования.

Степень изученности карбонатного карста на территории Белгородской области вряд ли можно назвать удовлетворительной. Если географическим аспектам формирования современных карстовых ландшафтов посвящено большое количество работ, охватывающих всю Восточно-Европейскую равнину или ее отдельные части. Геологии карста пока посвящены редкие публикации. Вместе с тем геологические аспекты изучения карста наряду с географическими имеют важное значение при инженерно-геологических, инженерно-геоморфологических, гидрогеологических и геоэкологических исследованиях.

На образование и развитие карстовых процессов оказывает влияние целый комплекс природных факторов – литологических, тектонических, геоморфологических, климатических, биологических и антропогенных.

Среди геологических условий развития карста важнейшее значение имеют литологические, связанные с составом и характером распространения потенциально карстующихся пород в разрезе и по площади.

Карст в Белгородской области развит в турон-маастрихтском геологическом комплексе, включающий в своем составе мел, мергель и отдельные терригенные отложения, преимущественно карбонатного происхождения. Мощность пластов меловых отложений в Белгородской области превышает 200 метров [Хрисанов и др., 2000]. Осадки туронского и коньякского ярусов верхнемелового отдела отлагались в период существования на территории области моря. Органические остатки в мелах указывают на умеренно теплый климат. Основным источником формирования минерально-кальцитовой массы являлись органические остатки кокколитофорид, фораминифер и иноцерамов. Осадки туронского и коньякского ярусов верхнемелового отдела отлагались в центральной глубоководной части моря, они не выходили на дневную поверхность и поэтому сразу же перекрывались морскими отложениями сантонского яруса. Запасы мела на территории области весьма велики. Разведано свыше 29 месторождений мела с утвержденными запасами 1.0 млрд. т. Прогнозные запасы мела практически не ограничены. К наиболее крупным разведанным месторождениям мела относятся Лебединское и Стойленское, где мел добывается как вскрышная порода. По Лебединскому месторождению утверждены запасы по категории – 388 млн. т., а по Стойленскому по категории – 575 млн. т.

По оценке института «Центрогипроруда» добыча мело-мергельных пород на этих карьерах составляет ежегодно более 25 млн. т. К сожалению, из всего попутно добываемого мело-мергельного сырья только 5.0 млн. т. ежегодно потребляется Оскольским цементным заводом, а остальная часть вывозится в отвалы и теряется безвозвратно, в отдельных случаях образуя современные карстовые процессы.

Другим крупным месторождением качественного мела является Шебекинское. Детальные геологоразведочные работы были произведены на этом месторождении в 1951 году и позднее в 1972 году. Балансовые запасы на 01.01.1997 г. составляют 23.5 млн. т. В период 1956–1957 гг. было разведано новое месторождение мела в Белгородской области – Петропавловское, расположенное в 3-х км от ст. Беломестное Юго-Восточной железной дороги. По качеству данный мел не уступает мелу Шебекинского месторождения, а по некоторым показателям даже превосходит его. Полезная мощность меловой толщи составляет 30 м. Мел выходит почти на поверхность и мощность вскрыши составляет всего 2–3 м.

Одним из старейших месторождений мела, эксплуатируемых уже несколько десятилетий, является Белгородское, расположенное практически в черте города. В геологическом строении месторождения принимают участие, кроме верхней толщи мела, третичные и четвертичные отложения. На базе этого месторождения работает Белгородский комбинат строительных материалов (БКСМ), который производит известь, силикатный кирпич и порошок мел. Из других разведанных месторождений Белгородской области с высоким качеством мела можно отметить Волоконовское, Чернянское, Фироновское, Чураевское.

К месторождениям с запасами менее качественного мела Белгородской области можно отнести Валуйское, Заслоновское, Знаменское, Казацкие бугры и Корочанское.

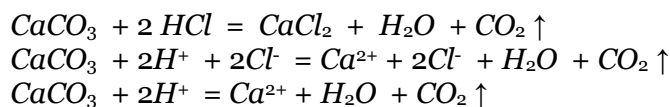


Мел – это мягкая неслоистая тонкозернистая слабосцементированная порода обычного белого, реже желтовато-серого цвета. Эта порода состоит из тонких зерен кальцита, его обломков, остатков кокколитов и фораминифер. Отдельные слои мела почти полностью состоят из кокколитов. Мел интенсивно впитывает воду и при этом его прочность в водонасыщенном состоянии резко снижается. На территории области образовался мягкий и грубый мел. Мягкий – это порошокато-кокколитовый, а грубый – фораминиферовый. Мел отличается от карстующихся известняков гораздо меньшей твердостью и наличием микроканалов, образованных микроорганизмами которые, питаясь мелом, пронизывают его в различных направлениях. Все это взятое вместе активизирует процессы карстообразования.

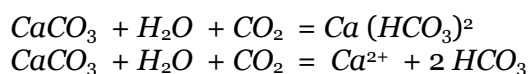
В основе растворения карбонатных пород лежит преобразование карбоната кальция в бикарбонат. Оно регулируется содержанием в воде углекислого газа. Это содержание зависит от многих причин, среди которых температура воды является наиболее важной, поскольку напрямую обусловлена параметрами климата.

В меловых отложениях с участием воды и кислот происходят определенные химические процессы. Проведенные нами в лаборатории химические анализы, с кусочками мела, взятые с карьеров Белгородской области показали следующие результаты.

Основой меловой и известковой пород является карбонат кальция – средняя соль угольной кислоты, практически нерастворимая в воде, но растворимая в кислотах.



Под действием углекислого газа карбонаты растворяются и переходят в кислые соли угольной кислоты – гидрокарбонаты.



К факторам, влияющим на скорость реакции в карбонатах, относятся природа реагентов, катализатор, температура, концентрация реагентов, природа реагентов. Здесь большую роль играет характер химических связей в соединениях, строение их молекул.

Чем больше поверхность соприкосновения реагирующих веществ, тем быстрее протекает реакция. Реакции в растворах протекают практически мгновенно.

В природе различные катализаторы – веществ, увеличивающих скорость реакции, но не входящие в состав продуктов – значительно ускоряет процесс реакции.

При повышении температуры на каждые десять градусов скорость реакции возрастает в 2–4 раза. При повышении температуры возрастает число активных молекул, т. е. молекул, которые в момент столкновения обладают большей энергией и могут образовывать продукты.

Что касается количества концентрации реагентов, то чем больше количества веществ, взятых для реакции в данном объеме системы, т. е. чем выше концентрация исходных веществ, тем больше число столкновений частиц и тем больше скорость реакции и естественно выше и скорость карстообразования.

Наряду с литологическими важное место занимает и климатические факторы, которые также влияют на процессы карстообразования, особенно атмосферные осадки. В настоящее время они представляют собой химический раствор с достаточно высокой агрессивностью вод. Их агрессивность значительно возрастает при растворении карбонатных пород, особенно при взаимодействии их с растительностью и почвами, поскольку при этом в воду поступают различные органические соединения и минеральные кислоты [Хрисанов, Бахаева, 2011].

На активизацию карстовых процессов оказывают влияние и современные тектонические движения, унаследованные от неотектонических. В соответствии с неотектоническим районированием территория Белгородской области находится преимущественно в пределах Среднерусского мегаблока Воронежской антиклизы. В юго-восточную часть Белгородчины заходит Острогжское поднятие Юго-восточного блока

Среднерусского мегаблока, отчетливо выраженное в гипсометрии вершинной поверхности высотами, изменяющимися от 200 до 230 м. В пределах области просматривается ряд овально-кольцевых морфоструктур, перекрытых осадочным чехлом, оконтуренных разломами земной коры с вертикальными движениями от 2 до 8 мм/год [Дунаев, Серый, 2005.]. Это Вязовское, Новооскольское, Волотовское, Иловское кольцевые поднятия. В этих районах карбонатные отложения значительно раздроблены и более подвержены карстовым процессам, так как длительная активность разломов в продолжение всего фанерозоя обусловила формирование в надразломном пространстве осадочного чехла зон интенсивной трещиноватости и, как следствие, повышенной проницаемости пород и закарстованности.

Хозяйственная деятельность человека также оказывает влияние на активизацию карстовых процессов. Особенно это наблюдается в районах добычи мела и в окрестностях городов, где природные воды сильно загрязнены различными химическими элементами.

Карстовые формы рельефа в Белгородской области представлены, в основном, тремя морфогенетическими типами: поверхностными, подземными и погребенными формами.

К поверхностным карстовым формам относятся карры, поноры, воронки, блюдца, котловины, провальные колодцы и карстовые трещины. Особенно широкое развитие в области получили лунковые и ячеистые карры. Приурочены они обычно к крутым меловым склонам речных долин, балок, оврагов, чинков и платообразных останцов. Максимальная плотность мелового карста в области достигает 50 шт/км<sup>2</sup>. Особенно интенсивно закарстованы междуречья Убля – Котел, Псел – Пселец [Петин и др., 2013].

Несколько меньшими величинами карстовых форм (10–25 шт/км<sup>2</sup>) характеризуются верховья рек Короча и Корень, Тихая Сосна, Черная Калитва, Айдар. На территории области наиболее распространены карстовые западины. Их размеры в основном 20–80 м при глубине 2–3 м. В отдельных случаях карстовые западины хорошо просматриваются на надпойменных террасах и междуречьях рек Псел, Оскол, Ворскла, Пена. Довольно крупные западины (диаметр 150–350 м при глубине 5–10 м) встречаются на террасах рек Корень и Северский Донец.

Карровые поля имеют площадной характер и распространены на меловых склонах речных долин, оврагов, балок в верховьях рек Оскол, северский Донец, Псел и др. Бороздчатые карры в основном встречаются, где выходы меловых отложений подвергнуты поверхностным стокам, длина их составляет 10–20 м. На склонах долин рек Оскол, Корень, Короча, Северский Донец встречаются также желобковые, лунковые, ячеистые, гребневидные карстовые формы рельефа. Гребневидные кары достигают 8–12 м высоты, вершины их отделены друг от друга глубокими бороздами. В районах меловых отложений широкое развитие получили карстовые воронки, особенно провального и обвального типов. Образование их происходит путем подземных вымываний карбонатных пород и обрушения их сводов. В своем распространении они тяготеют к плакорным пространствам. Их размеры достигают 60 м в диаметре, при глубине 35 м. Особенно они получили широкое развитие на склонах междуречья рек Убли и Котла. В отдельных случаях воронки сливаются друг, с другом образуя обширные карстовые котловины.

Карстовые провалы образуются в основном на днищах оврагов, балок, и водоемов. Основной причиной их образования служит неглубокое залегание трещиноватых карбонатных пород, подвергающихся растворяющему воздействию инфильтрующих вод. Пещеры в меловых отложениях отличающихся слабой прочностью встречаются редко. Чаще всего встречаются пещеры погребенного типа.

Подземные формы карстового рельефа – пещеры, провалы и др. встречаются в большинстве случаев в восточной части области, на склонах и тальвегах балок, речных долин, на стенках карьеров вблизи г. Старого Оскола, г. Белгорода, г. Шебекино, а также на стенках карьеров Лебединского и Стойленского рудников. В морфологическом отношении погребенные формы выглядят виде карр, воронок, котловин. Они в основном не отражены в современном рельефе и заполнены в основном песчано-глинистыми отложениями. С точки зрения возраста погребенных образований В.Б. Михно считает, что формирование погребенного карста в основном происходило в неогене и постледниковой эпохе и на разных участках с различной степенью интенсивности [Михно, 1993]. Карст,



развивающийся в парагенезисе с другими процессами в корях выветривания, тесно связан с возникновением целого ряда месторождений полезных ископаемых. Все это обуславливает необходимость комплексного подхода к изучению карста, разработке новых методик картирования его проявлений, как на новейшем этапе геологического развития территории, так и в отдаленном геологическом прошлом.

Районированием карстовых процессов занимались ряд исследователей: Н.В. Родионов, Г.А. Максимович, А.Г. Чикишев, В.Б. Михно и др. [Родионов, 1962; Максимович, 1963; Чикишев, 1978; Михно, 1990].

Таким образом, развитие карстовых процессов на территории Белгородской области предопределено наличием близко залегающих меловых отложений. Образованию карста также способствуют благоприятные физико-географические условия и антропогенные факторы и в зависимости от их сочетаний сформировались участки отличающиеся друг от друга интенсивностью и разнообразием форм проявления карстовых процессов (рис.).

Из представленной карты видно, что в рамках региона выделены участки, отличающиеся друг от друга интенсивностью проявления карстовых процессов, и их морфологическими различиями.

1. Участки с весьма интенсивным проявлением карстовых процессов располагаются на северо-востоке региона – в бассейне реки Оскол. Основными карстующимися породами являются мел и мергель, выходы которых на поверхность наблюдаются на склонах речных долин и балок. Преобладающими карстовыми формами являются воронки и блюдца, в диаметре до 50 м и более, при глубине 5–7 м. Некоторые из них заполнены водой. На этих участках в карьерных разрезах широкое развитие получил погребенный древний карст и небольшие пещеры. Количество карстовых форм на этих участках достигает до 120 штук на 100 км<sup>2</sup>.

2. Участки с интенсивным карстообразованием располагаются в западной части области в междуречье рек Псел – Ворскла. Современный меловой карст представлен воронками, западинами, колодцами, понорами. Воронки достигают размеров 50–85 м в диаметре и 3–5 м глубины. На дне и склонах балок и оврагов встречаются карстовые провалы. Древние формы карста встречаются в окрестностях поселка Ракитное. На активизацию карстовых процессов оказывает влияние достаточное увлажнение и хозяйственная деятельность человека. На этих участках количество различных форм карстового рельефа составляет 20–40 штук на 100 км<sup>2</sup>.

3. Участки с менее интенсивным карстообразованием охватывают территорию среднего течения реки Оскол и верховьев рек Тихой Сосны, Северского Донца, Черной Калитвы, междуречий рек Валуга, Айдара. Наиболее закарстованными районами являются Алексеевский, Валуйский и Ровеньской районы. Здесь карстовые формы рельефа представлены в основном небольшими карстовыми воронками радиусом 20–30 м и глубиной 5–10 м. В отдельных случаях встречаются погребенный карст и подземные пустоты. Карстовые процессы в основном проявляются на склонах и затухают на водораздельных пространствах. Количество карстовых форм рельефа составляет 10–20 штук на 100 км<sup>2</sup>.

4. Участки слабого карстообразования охватывают остальную часть области по всей ширине с запада на восток. Слабое развитие карста на этих участках связано практически с отсутствием выходов меловых отложений на поверхность, глубоким их залеганием и перекрытием водоупорным слоем. На этих участках встречаются лишь отдельные разрозненные формы карста. Карстовые формы практически не встречаются даже на днищах балок и оврагов. Но на этих участках встречаются суффозионные процессы, особенно в северо-восточной части и на древнеледниковых отложениях в форме западин диаметром 50–250 м и глубиной 1–3 м.

На всех этих участках процесс карстообразования создает определенную угрозу. Поэтому исследования карстовых процессов крайне необходимы, особенно при строительстве дорог, гидротехнических сооружений, различных зданий и других хозяйственных построек.

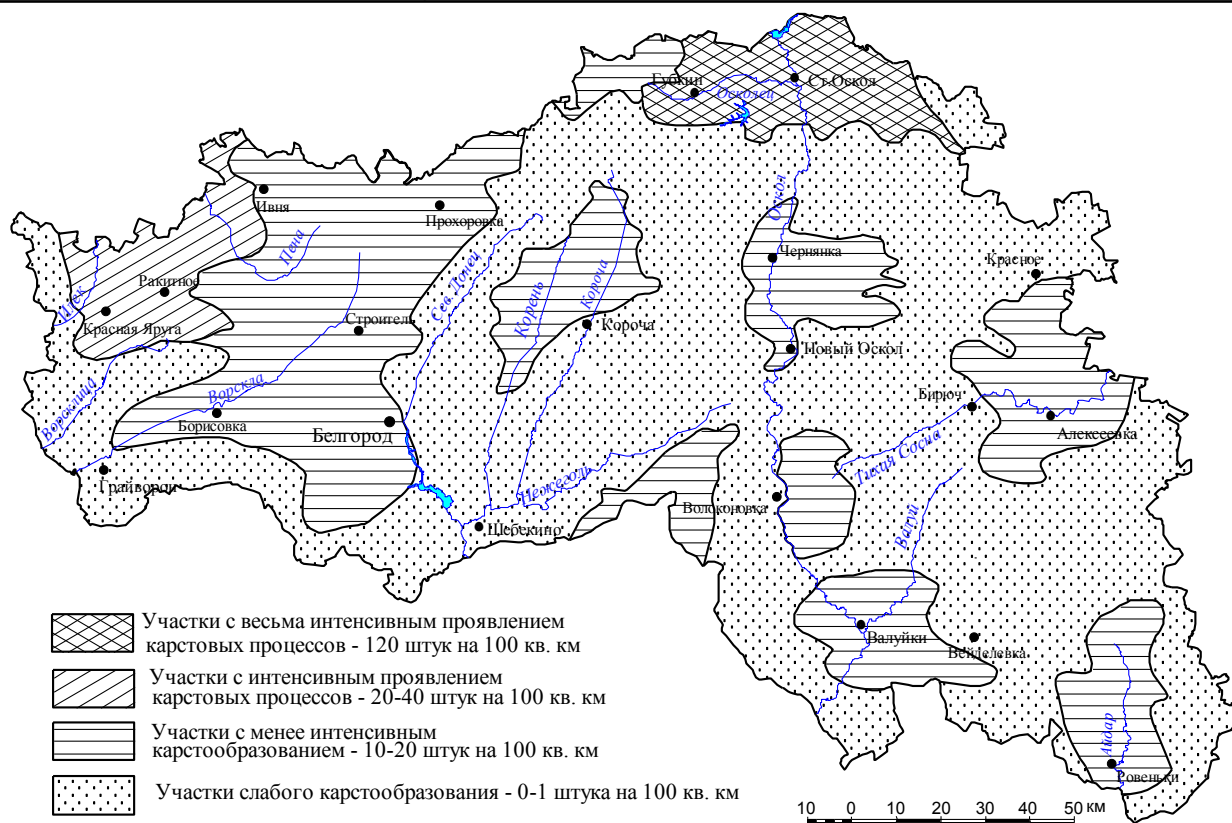


Рис. Карта-схема районирования карстовых процессов на территории Белгородской области  
 Fig. Schematic map of zoning of karst processes on the territory of Belgorod region

В природе в зависимости от типа экзогенного процесса показатели его разрушительной силы выражаются по-разному. К примеру, скорость карстового процесса и интенсивность разрушительной деятельности выражается объемом растворенных карбонатных пород, выносимых из массива за определенный промежуток времени. Так, например, на территории Белгородской области содержание в воде карбоната кальция, колеблется от 200 до 350 мг/л, а интенсивность карстовой денудации составляет от 1.3 до 15 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> в год. Наиболее интенсивная денудация проявляется в бассейне р. Оскол. Происходящие подземные и поверхностные вымывания меловых пород в дальнейшем приводят к обваливанию, обрушению пород. Процесс этот медленный, зачастую скрытый и несет в себе большую опасность. Поэтому при выборе площадок под строительство в районах отложения меловых пород необходимо детально изучать местность не только с точки зрения геологии, но и инженерной геоморфологии и не создавать условий для смачивания пород для избегания активизации карстовых и суффозионных процессов. Для предотвращения фильтрации воды в меловые отложения необходимо создавать системы цементирующих завес, которые будут способствовать не только бетонированию существующих пустот и трещин, но и будут создавать препятствия к дальнейшему развития карстовых процессов, поскольку эти завесы будут задерживать движение воды внутри меловых пород, а также строить водоотводные каналы.

В плане прогноза дальнейшего развития карстовых процессов необходимо отметить, что в условиях продолжающегося глобального изменения климата на Земле, связанного с увеличением содержания углекислого газа в атмосфере, повышением температуры воздуха и температуры воды, а также активизацией хозяйственной деятельности человека карстовые процессы на территории Белгородской области будут в дальнейшем активизироваться.

## Выводы

1. На территории Белгородской области в связи с распространением меломергельных отложений, благоприятных климатических условий и хозяйственной деятельности человека интенсивное развитие получили карстовые процессы.

2. В основе развития мелового карста, как и в других его разновидностях, является химический процесс растворения мела. Мел – типичная карбонатная порода с высоким содержанием карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) и в сложившихся природных условиях области, меломергельные породы подвергаются более интенсивной денудации, чем иные карбонатные породы.

3. Карст на территории области представлен как поверхностными формами (западины, карры, поноры, воронки, блюдца, котловины, провальные колодцы и карстовые трещины) так и погребенными, более древними морфологическими формами (встречаются в различных геологических обнажениях в виде пещер, карр, воронок, и котловин).

4. На интенсивность проявления карстовых процессов оказывают влияние и современные тектонические движения. В зонах неотектонических поднятий наблюдается повышенная трещиноватость карбонатных пород, которые способствуют активной химической денудации.

5. Хозяйственная деятельность человека, особенно разработка карьеров, строительство искусственных водоемов, интенсивное орошение полей, проведение взрывных работ способствует значительной активизации карстовых процессов.

6. Меломергельные породы Белгородской области на значительной ее территории подвержены подземной и поверхностной карстовой денудации. Скорость ее колеблется от 1.1 до 4.5 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>. Наиболее интенсивно денудация проявляется в зонах интенсивного увлажнения и тектонической раздробленности меловых пород.

7. Анализ природных факторов, густоты распространения карстовых форм рельефа позволили произвести районирование карстовых процессов по их интенсивности проявления на территории Белгородской области.

8. При строительстве различных хозяйственных объектов необходимо предварительно проводить детальные инженерно-геоморфологические исследования карстовых процессов с рекомендациями по мерам борьбы с ними.

## Список литературы References

1. Дунаев В.А., Серый С.С. 2005. Неотектоника. В кн.: Атлас Белгородской области. Природные ресурсы и экологическое состояние. Белгород: 26.

Dunaev V.A., Seryj S.S. 2005. Neotektonika. In: Atlas Belgorodskoj oblasti. Prirodnye resursy i jekologicheskoe sostojanie [Atlas of the Belgorod region. Natural resources and ecological status]. Belgorod: 26. (in Russian)

2. Максимович Г.А. 1963. Основы карстоведения. Пермь, Пермское книжное издательство, 144.

Maksimovich G.A. 1963. Osnovy karstovedeniya [Fundamentals of Karstology]. Perm, Permskoe knizhnoe izdatel'stvo, 144. (in Russian)

3. Михно В.Б. 1990. Карстово-меловые геосистемы Русской равнины. Воронеж, 200.

Mihno V.B. 1990. Karstovo-melovyye geosistemy Russkoj ravniny [Karst chalky Geosystems Russian plain]. Voronezh, 200. (in Russian)

4. Михно В.Б. 1993. Меловые ландшафты Восточно-Европейской равнины. Воронеж, 232.

Mihno V.B. 1993. Melovyye landshafty Vostochno-Evropejskoj ravniny [The Cretaceous landscapes of the East European Plain]. Voronezh, 232. (in Russian)

5. Петин А.Н. 2013. Экзогенные процессы рельефообразования равнинных территорий (на примере Белгородской области). Белгород, КОНСТАНТА, 148.

Petin A.N. 2013. Jekzogennyye processy rel'efoobrazovaniya ravninnyh territorij (na primere Belgorodskoj oblasti) [Exogenic processes of relief formation of lowland areas (with reference to the Belgorod region)]. Belgorod, KONSTANTA, 148. (in Russian)

6. Родионов Н.В. 1962. Карстовые явления в верхнемеловых отложениях Центрально-Черноземных областей. В кн.: Общие вопросы карстоведения. М., Изд-во АН СССР: 203–221.

Rodionov N.V. 1962. Karst phenomena in the Upper Cretaceous deposits of the Central Black Earth region. *In: Obshhie voprosy karstovedeniya* [General questions Karst]. Moscow, Izd-vo AN SSSR: 203–221. (in Russian)

7. Хрисанов В.А., Петин А.Н., Яковчук М.М. 2000. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области. Белгород, Издательство БелГУ, 247.

Hrisanov V.A., Petin A.N., Jakovchuk M.M. 2000. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye Belgorodskoj oblasti [Geologic structure and mineral resources of the Belgorod region]. Belgorod, Izdatel'stvo BelGU, 247. (in Russian)

8. Хрисанов В.А., Бахаева Е.А. 2011. Современные геоморфологические процессы на территории Белгородской области и их антропогенная активизация. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки*, 16 (15): 209–215.

Hrisanov V.A., Bahaeva E.A. 2011. Modern geomorphological processes in the Belgorod region and anthropogenic activation. *Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennyye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 16 (15): 209–215. (in Russian)

9. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2015. Современное оврагообразование как мощный фактор уничтожения плодородных земель Белгородской области. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки*, 33 (21): 106–113.

Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2015. Modern gullying as a powerful factor of destruction of fertile land Belgorod region. *Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennyye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 33 (21): 106–113. (in Russian)

10. Чикишев А.Г. 1978. Карст Русской равнины. М., 190.

Chikishev A.G. 1978. Karst Russkoj ravniny [Karst of Russian plain]. Moscow, 190. (in Russian)