## ТЕКТОНИКА

Особенности тектонического строения территории Воронежской области обусловлены ее принадлежностью к Восточно-Европейской древней платформе (континентальному сегменту литосферы со складчатым фундаментом докембрийского возраста, перекрытым почти горизонтально залегающим осадочным чехлом), характеризующейся относительно слабыми мало контрастными тектоническими движениями. Эти движения представлены преимущественно вертикальными перемещениями различных по размерам блоков земной коры и литосферы. Одним из наиболее крупных блоков является Воронежская антеклиза (выступ фундамента с осадочным чехлом сокращенной мощности), которая вытянута в северо-западном направлении на расстояние около 1000 км при ширине примерно 500 км. Воронежская область располагается в юго-восточной части антеклизы. Глубина залегания кристаллического фундамента (мощность осадочного чехла) в ее пределах изменяется от нескольких метров (в районе г. Павловска) до 1000 и более метров (на крайнем востоке, восточнее г. Борисоглебска.

На уровне докембрийского кристаллического фундамента (Воронежского кристаллическо о массива), образующего нижний структурный мегакомплекс, территория Воронежской области располагается на стыке двух мегаблоков (блоков первого порядка по отношению к массиву в целом): Курского и Воронежского (Хоперского), сочленяющихся Лосевской шовной зоной. Эта зона ориентирована в северо-западном, близком к меридиональному, направлении и имеет ширину, изменяющуюся от 30 до 60 км (рис. 26). Курский и Воронежский мегаблоки резко отлича ются друг от друга не только составом и возрастом слагающих их пород, но и геофизическими характеристиками вертикального разреза земной коры.

В пределах Воронежского мегаблока, образованного в основном нижнепротерозойскими метаморфическими породами, мощность коры в целом нарастает с запада на восток от 43 до 50 км. Для нее характерны высокие средние скорости продольных сейсмических волн, достигающие 6,67 км/с. Между корой и мантией фиксируется переходный слой мощностью до 7 км с аномальными скоростями продольных волн (7,35 км/с). Мощность «гранитного» слоя коры составляет 18 км. Он отличается малыми (6,1 км/с) средними значениями скоростей продольных сейсмических волн. В целом кора в пределах Воронежского мегаблока достаточно однородна.

Для Курского мегаблока, сложенного архейскими и нижнепротерозойскими метаморфическими образованиями, характерна значительная латеральная неоднородность коры. В нем отмечено несколько ее типов. Разрез коры в антиклинорных архейских зонах имеет увеличенную мощность «диоритового» горизонта (до 15 км) и характеризуется скоростями продольных сейсмических волн, изменяющимися от 6,0 до 6,7 км/с. Общая мощность коры 40—45 км. Переход к мантии резкий, отмечен скоростью продольных сейсмических волн 8,2 км/с. Верхнекоровые горизонты сокращены в мощности, средняя скорость продольных сейсмических волн в них снижена до 6,17 км/с.

В архейско-раннепротерозойских синклинорных зонах в разрезе коры присутствует переходный слой мощностью до 10 км со скоростями продольных сейсмических волн 7,4—7,6 км/с. Мантийные скорости здесь появляются на глубинах, превышающих 50 км. Увеличенная мощность коры сопровождается возрастанием ее вертикальной неоднородности. Мощность «гранитного» слоя достигает 22 км.



## Рис. 26. Тектоническая схема(составил А. И. Трегуб)



На уровне литосферы (земная кора и надастеносферная часть верхней мантии) граница между мегаблоками (Лосевская шовная зона) выражена асимметричным выступом астеносферы (слоя с пониженной, возможно за счет частичного плавления, вязкостью вещества), от которого подошва литосферы резко погружется на юго-запад в сторону Курского мегаблока от глубины 119 км у г. Воронежа до 128 км у г. Харькова и на северо-восток, в сторону Воронежского мегаблока до 130 км у г. Тамбова.

В современной геодинамической интерпретации образование блоковой структуры докембрийского основания платформы в пределах территории Воронежской области сопоставляется с раннепротерозойским этапом развития, который начался с формирования рифтовых зон вдоль линейных покровно-складчатых структур позднего архея. В объеме этого этапа выделяется несколько стадий: рифтогенеза, спрединга и автономного развития континентов; субдукции, коллизии, постколлизионного (тафрогенного) и раннеплатформенного развития.

Стадия рифтогенеза выразилась расколом древнего, сформировавшегося в конце архея (около 2,5 млрд лет назад) в результате соединения серии крупных блоков протокоры, континента и образованием рифта. В пределах рифта накапливались толщи граувакково-сланцевой флишоидной формации воронцовской серии, а также продукты вулканической деятельности.

Примерно 2,1 млрд лет назад в центральной части рифта зародилась зона субдукции, дополнявшаяся рассеянным спредингом и образованием ультраосновных и основных интрузий. В процессе субдукции возникла аккреционная призма (Хоперский мегаблок).

В коллизионную стадию в процессе столкновения континентов образовалась полоса покровно-складчатых структур, осложненных поперечными сдвигами (Лосевская шовная зона).

Постколлизионная стадия выразилась формированием серии мелких не долго живущих рифтовых структур, фиксирующихся образованием вулканогенно-обломочных отложений, вулканитами основного состава, а также их жильными аналогами. В конце раннего протерозоя (раннеплатформенная стадия) образуются породы трапповой и трахибазальтовой формаций. Таким образом, к началу позднего протерозоя (1,6 млрд лет назад) образовался кристаллический фундамент платформы.

Мегаблоки докембрийского фундамента, выделяющиеся в пределах Воронежского массива, находят свое продолжение и за его границами, на Украинском щите и Волго-Уральском массиве. Эта общность структурного плана связана с образованием к концу раннего протерозоя единой крупной структуры — Сарматского кратона.

Обособление Воронежского кристаллического массива — важнейший итог рифейско-верхневендского этапа развития, определяемого как авлакогенный. К этому времени относится образование Пачелмского авлакогена, Оршанской впадины и, вероятно, заложение Припятско-Донецкого авлакогена, а также юго-восточного ограничения массива. В пределах этих структур (структур обрамле ия Воронежского кристаллического массива) шло интенсивное накопление мощных толщ континентальных (молассоидных) отложений, дополнявшихся продуктами вулканизма.

С позднего венда (примерно 600 млн лет назад) Восточно-Европейская платформа и, в частности, Воронежский кристаллический массив, вступили в новый, плитный, этап развития. Основное влияние на это развитие оказали структуры обрамления, через которые проникали морские трансгрессии. Движения блоков фундамента определяли особенности в распределении фаций и мощностей разновозрастных структурно-вещественных комплексов, слагающих осадочный чехол антеклизы, образующий верхний структурный мегакомплекс.

Первая морская трансгрессия на Восточно-Европейской платформе произошла в позднем венде. Морские осадки этого времени, по-видимому, покрывали всю территорию Воронежского кристаллического массива, но впоследствии, в продолжение длительного континентального перерыва, охватывавшего весь ранний палеозой (около 170 млн лет), они были размыты и сохранились лишь в пределах структур обрамления, где вскрыты глубокими скважинами.

В пределах территории Воронежской области по условиям залегания, наличию перерывов и несогласий в составе верхнего структурного мегакомплекса выделяются три структурных комплекса: палеозойский, мезозойский и кайнозойский, каждый из которых соответствует определенному этапу развития тектонической структуры. Палеозойский структурный комплекс образован девонским и каменноугольным структурными этажами.

Девонский структурный этаж в пределах Воронежской области распространен весьма широко и отсутствует только на юге территории. По особенностям его строения в нем можно выделить два структурных подэтажа, каждому из которых соответствует определенный вещественный комплекс пород, отражающий отдельный этап развития территории: эйфельско-среднефранский и верхнефранко-фаменский.

Особенности строения эйфельско-среднефранского структурного подэтажа тесно связаны с особенностями строения рельефа поверхнос и кристаллического фундамента. В гипсометрическом положении этой поверхности нулевой изогипсой отчетливо очерчена сводовая часть антеклизы, которая в подошве ястребовской свиты соответствует Анновскому поднятию, осложненному более мелкими структурными элементами с относительными амплитудами, не превышающими 30—40 м — Павловским и Репьевско-Острогожским поднятиями.

Павловское поднятие в структуре девонских отложений соответствует одноименному поднятию в рельефе поверхности фундамента. Оно вытянуто в северо-западном направлении, имеет протяженность около 120 км при ширине до 40 км. Его северо-восточное ограничение совпадает с уступом в рельефе фундамента, приуроченном к границе Курского и Воронежского мегаблоков (Лосевско-Мамонской зоной разломов). Павловское поднятие неоднородно: кристаллический фундамент в его пределах разделен разломами на отдельные блоки, движения которых обусл вили формирование ряда локальных структур с относительными амплитудами, не превышающими 15 м.

Репьевско-Острогожское поднятие также вытянуто в северо-западном направлении, имеет длину около 90 км и ширину до 30 км и сопоставляется с аналогичным выступом в фундаменте. Его юго-западное ограничение совпадает с уступом в рельефе фундамента, который приурочен к зоне разломов. Как и Павловское поднятие, Репьевско-Острогожское осложнено серией локальных структур.

На севере территории на фоне моноклинального залегания девонских отложений выделяются Воронежская и Эртильская впадины, разделенные Панинско-Шукавкинским поднятием.

Воронежская впадина отделяется от Панинско-Шукавкинской структуры уступом в фундаменте, отражающим зону разломов, направление которой совпадает с долиной р. Хава. В структуре эйфельско-живетских отложений амплитуда впадины постепенно сокращается от древних горизонтов к более молодым от 100 до 50 м (в подошве ястребовской свиты). Внутренняя структура Воронежской впадины осложняется локальными элементами — впадинами и поднятиями с относительными амплитудами 10—15 м.

Эртильская впадина в структуре фундамента ограничена зонами разломов, примерно совпадающими с долинами рек Битюг и Елань.

Панинско-Шукавкинское поднятие ориентировано в северо-восточном направлении. Его длина составляет примерно 70 км при ширине около 40 км.

В восточной части территории Воронежской области породы эйфельско-среднефранского структурного подэтажа характеризуются близким к меридиональному простиранием и более крутым погружением по сравнению с северной частью. Это погружение носит ступенчатый характер и свидетельствует о развитии серии структурных террас, ограниченных зонами разломов в кристаллическом фундаменте (Мигулинско-Новохоперской, Казанско-Калачеевской и др.).

На юге территории Воронежской области эйфельско-среднефранские отложения отсутствуют к юго-востоку от линии Россошь—Ольховатка. Анализ распределения фаций и мощностей пород эйфельско-среднефранского структурного подэтажа свидетельствует о том, что они формировались в условиях моноклинали, погружающейся в северо-восточном и восточном направлениях. В южной части территории в это время располагалась область устойчивой денудации.

Верхнефранско-фаменский структурный подэтаж распространен на юге Воронежской области, прослеживаясь в виде полосы шириной 20—80 км от Ольховатки до Богучара, а также на востоке — от Богучара до Новохоперска. В южной части он сложен континентальной мамонской серией, которая на востоке постепенно замещается морскими образованиями. Мамонская серия залегает в пределах крупной ориентированной в северо-западном, близком к широтному, направлении тектонической депрессии на частично размытых породах эйфельско-среднефранского структурного подэтажа, а также непосредственно на докембрийских образованиях. На востоке верхнефранско-фаменский структурный подэтаж залегает более полого, чем эйфельско-среднефранский. В его структуре отмечены те же структурные элементы, что и нижележащем, но они характеризуются значительно меньшей контрастностью.

Каменноугольный структурный этаж распространен в пределах Воронежской области только на юге и крайнем востоке (см. тектоническую схему). Породы структурного этажа характеризуются более крутым, чем девонские, погружением в сторону Днепровско-Донецкой синеклизы. Мощность их увеличивается в юго-западном направлении. В этом же направлении прибрежно-морские фации сменяются более глубоководными морскими, появляются более молодые горизонты карбона. Основной чертой тектонического строения каменноугольного структурного этажа является наличие серии флексурообразных перегибов, ориентированных в северо-западном направлении и связанных с зонами разломов в кристаллическом фундаменте.

Мезозойский структурный комплекс отделяется поверхностью углового несогласия от подстилающих палеозойских пород и длительным (около 90 млн лет) перерывом в осадконакоплении. В продолжение этого перерыва процессы денудации уничтожили достаточно расчлененный домезозойский рельеф, сформировали поверхность выравнивания, которая в дальнейшем была перекрыта меловыми отложениями. В подошве мезозоя проявляются практически все структурные элементы палеозойского структурного комплекса, но они имеют существенно меньшую контрастность. В пределах Воронежской области мезозойский структурный комплекс образован нижнемеловым и верхнемеловым структурными этажами.

Нижнемеловой структурный этаж образует пологую моноклиналь с общим юго-западным уклоном, который в зоне разломов фундамента Семилуки—Ряжск резко сменяется восточным. При этом наблюдается ступенчатое погружение нижнемеловых пород к востоку—юго-востоку с относительными амплитудами до 40 м. Восточнее г. Воронежа в нижнемеловом структурном этаже отчетливо проявляется крупное поднятие, пространственно совмещающееся с палеозойским Панинско-Шукавкинским поднятием. Южнее располагается Калачское поднятие.

Верхнемеловой структурный этаж с размывом залегает на нижнемеловых, палеозойских и, местами, на докембрийских породах, образуя пологую моноклиналь с общим юго-западным уклоном. На северном крыле Репьевско-Острогожского поднятия, отвечающего в докембрии Касторненскому массиву, происходит резкий разворот простираний моноклинали к северо-востоку. В юго-восточной части территории четко обособлено Калачское поднятие. На юге моноклиналь осложнена серией пологих флексур северо-западного простирания, наследующих развитие уступов поверхности докембрийского фундамента.

Кайнозойский структурный комплекс отделен от верхнемелового структурного этажа отчетливо выраженным географическим и угловым несогласием, а также стратиграфическим перерывом продолжительностью примерно 20 млн лет.

В составе комплекса выделяются два структурных этажа: палеогеновый и неоген-четвертичный (неотектонический).

Палеогеновый структурный этаж сохранился лишь в контурах Среднерусской возвышенности. В пределах Окско-Донской низменности он отсутствует. Структура подошвы палеогена обладает в целом хорошо проявленным подобием верхнемеловому структурному этажу. Это подобие выражено совпадением регионального структурного плана, представляющего собой моноклиналь с общим северо-западным простиранием, выдержанным в южной части и существенно отклоняющимся к северо-востоку на севере. Южнее долины р. Тихой Сосны на крыле моноклинали расположены две крупные структурные террасы — на правобережье Дона и в границах Калачской возвышенности. Террасы разделены широким и плоским Павловским прогибом.

## Неотектоническая структура

Неотектоническая структура кайнозойского структурного комплекса — это структура, сформировавшаяся в течение неогенового и четвертичного периодов. Важной особенностью неотектонических движений является то, что они определили основные черты современного рельефа, распределение по площади наиболее крупных его форм.

Для территории Воронежского кристаллического массива новейший этап тектонического развития оказался во многом переломным. Это выразилось в резком обособлении нескольких наиболее крупных структурных элементов, таких как Смоленский, Днепровско-Деснинский, Среднерусский, Окско-Донской и Приволжский мегаблоки. Эти мегаблоки (элементы первого ранга), отличаясь режимом тектонического развития, определили обособление конформных им морфоструктур: Смоленской, Среднерусской, Приволжской возвышенностей и разделяющих их Днепровско-Деснинской и Окско-Донской низменностей. Преобладание субмеридиональных и субширотных ориентировок границ этих морфоструктур свидетельствует об активизации на неотектоническом этапе систем разрывных нарушений соответствующих простираний.

Территория Воронежской области располагается частично в пределах Среднерусского и частично в пределах Окско-Донского мегаблоков (рис. 27).

Среднерусский мегаблок на территории Воронежской области представлен следующими структурами второго порядка: Еманчинским, Острогожским, Кантемировским и Калачским поднятиями, которые разделяются относительно узкими линейными прогибами: Потуданским, Чернокалитвинским и Павловско-Мамонским.

Еманчинское поднятие представляет восточную часть Шаталовского поднятия. В его присводовой части сохранились фрагменты раннемиоценовой конденудационной поверхности выравнивания с высотами около 240 м. Ось поднятия ориентирована в северо-восточном направлении. В палеогеновой структуре Еманчинскому поднятию отвечает цепочка положительных локальных структур, а в подошве турона — структурная терраса.

Острогожское поднятие, расположенное в междуречье Оскола и Дона, имеет относительную амплитуду около 50 м. Оно отчетливо выражено пологим структурным носом в подошве палеогена, тогда как в меловой структуре Острогожский блок является опущенным. В рельефе докембрийского фундамента, в структуре палеозоя Острогожскому поднятию соответствует юго-западное окончание Павловского поднятия.

Кантемировское поднятие вытянуто в северо-западном направлении и отличается широким развитием по площади раннемиоценовой конденудационной поверхности выравнивания, абсолютные высоты которой здесь достигают 200—220 м. Относительная амплитуда поднятия 30—40 м. В структуре палеогена Кантемировскому поднятию отвечает приподнятая часть моноклинали с абсолютными отметками подошвы палеогена 150 м. В контурах поднятия приподнята и подошва верхнемеловых пород. В палеозойской структуре и в рельефе докембрийского фундамента Кантемировскому поднятию соответствует южное окончание Павловского поднятия.

Калачское поднятие в рельефе сопоставляется с Калачской возвышенностью. Оно отличается повышенной мощностью неогеновых и четвертичных отложений (до 20—30 м). В палеогеновой структуре Калачское поднятие выражено обособленным выполаживанием палеогеновой моноклинали. Северная граница Калачского неотектонического поднятия совпадает с краевыми флексурами меловых пород.

Линейные прогибы, разделяющие неотектонические поднятия, тесно связаны с зонами крупных разрывных нарушений в кристаллическом фундаменте. В современном рельефе им соответствуют речные долины с широким спектром неогеновых и четвертичных террас.

Потуданский прогиб, отделяющий Острогожское поднятие от Еманчинского, совмещается с субширотной зоной разломов Репьевка—Лиски. Павловско-Мамонский прогиб, отделяющий Калачское поднятие от Острогожского и Кантемировского, совпадает с Лосевско-Мамонской зоной разломов, а Чернокалитвинский, совпадающий с долиной Черной Калитвы, приурочен к субширотной зоне одноименного разлома.

Окско-Донская впадина представляет собой ориентированный в северо-западном субмеридиональном направлении широкий опущенный блок, располагающийся между Приволжским и Среднерусским мегаблоками. Окско-Донская впадина выполнена мощной толщей морских и аллювиальных, аллювиально-озерных неогеновых (до 100 м) и аллювиально-флювиогляциальных, ледниковых четвертичных отложений мощностью до 80 м. Границы впадины отмечены флексурами в разрезе осадочного чехла, следующими вдоль разломов в кристаллическом фундаменте. Окско-Донская впадина подразделяется на ряд более мелких структур, среди которых на территорию Воронежской области попадают: Шукавкинское поднятие, Кривоборский, Масальский и Токаревский прогибы.



## Рис. 27. Неотектоническая схема(составил А. И. Трегуб)

|  |  |
| --- | --- |
| 2 | Окско-Донская впадина (светлый тон — относительно поднятые области) |
| 3 | Среднерусская антеклиза (светлый тон — относительно поднятые области) |
| 4 | Структуры второго порядка: I — Еманчинское, II — Острогожское, III — Кантемировское, IV — Калачское, V — Шукавкинское поднятие; А — Потуданский, Б — Чернокалитвинский, В — Павловско-Мамонский, Г — Кривоборский, Д — Масальский, Е — Токаревский прогибы  |
| 5 | Скорости современных вертикальных тектонических движений (мм/год)  |
| 6 | Эпицентры землетрясений |
| 7 | Разломы в фундаменте, активные на неотектоническом этапе |

Шукавкинское поднятие наиболее четко выражено границами распространения и рельефом подошвы усманской серии неогена. Относительная амплитуда поднятия оценивается величиной 30—40 м. Мощности неогеновых и четвертичных отложений составляют, соответственно, до 35 и 57 м. В палеозойской структуре ему отвечает Панинско-Шукавкинское поднятие.

Кривоборский прогиб, располагающийся к западу от Шукавкинского поднятия, выражен террасовой равниной с абсолютными отметками поверхности 120—160 м, наложенной на погребенную кривоборскую долину. В структуре фундамента он совмещается с зоной разломов, располагающихся в пределах Ливенско-Богучарской шовной зоны, отделяющей Курский и Воронежский мегаблоки.

Масальский прогиб, сопряженный с Кривоборским и Потуданским прогибами, граничит на юге с Острогожским и Калачским поднятиями, а на севере — с Шукавкинским. В структуре докембрийского фундамента он совмещен с зоной разломов субширотной ориентировки, продолжающей к востоку зону Репьевка—Лиски.

Токаревский прогиб, примыкающий с востока к Шукавкинскому поднятию, в пределы Воронежской области входит небольшой своей частью и на востоке смыкается с Тамбовской структурной террасой. Он ориентирован в меридиональном направлении, в структуре фундамента также совмещается с зоной разломов.

Охарактеризованные элементы неотектонической структуры территории Воронежской области в целом продолжают свое развитие и на современном этапе, о чем свидетельствует распределение скоростей современных вертикальных движений земной коры, которые получены по анализу данных повторного нивелирования.

Разрывные нарушения — важнейший элемент тектонической структуры платформенных областей. Они представлены разломами (разрывами со смещением) и зонами повышенной трещиноватости горных пород. Разломы преимущественно фиксируются в кристаллическом фундаменте. Зоны повышенной трещиноватости генетически связаны с разломами в фундаменте и формируются в осадочном чехле. В пределах древних платформ они отражают в основном начальные (пликативные и дизъюнктивно-пликативные) стадии разрывообразования с квазипластическими деформациями, осуществляющимися за счет релаксации девиаторных напряжений через существующие системы литогенетических трещин.

Наиболее крупной зоной разломов фундамента территории Воронежской области является Ливенско-Богучарская. Она отличается самым длительным развитием. Активность этой зоны ярко проявлена и на последнем неотектоническом этапе заложением вдоль нее Кривоборского и Павловско-Мамонского неотектонических прогибов и сопровождающих их сложно построенных зон повышенной трещиноватости пород осадочного чехла. Генетически с ней связаны крупные поперечные разломы оперения: Репьевско-Лискинский и Чернокалитвинский, также выраженные линейными неотектоническими прогибами и зонами повышенной трещиноватости. Современная активность всех этих разломов убедительно подтверждается приуроченностью к ним эпицентров землетрясений.

## УСТРОЙСТВО ПОВЕРХНОСТИ

Формирование рельефа территории Воронежской области подчинялось сочетанию трех важнейших групп факторов: интенсивности и характеру распределения по площади вертикальных неотектонических движений; литологическому составу и характеру залегания пород субстрата; климату и особенностям его изменения в продолжение новейшего (неоген-четвертичного) времени.

Неотектонические движения признаются ведущим фактором морфогенеза, поскольку именно они являются источником потенциальной энергии, накапливающейся в рельефе и реализующейся впоследствии на приведение в действие широкого спектра экзогенных геодинамических процессов.

Литологический состав пород определяет их противоденудационную устойчивость, а значит и скорость разрушения в зоне гипергенеза под действием агентов денудации. От состава пород, подвергающихся денудации, во многом зависит вещественный состав литодинамических потоков зоны гипергенеза, который неизбежно отражается в специфике форм аккумулятивного рельефа. Наконец, состав пород, чередующихся в вертикальном разрезе, определяет гидрогеологические характеристи ки этого разреза, наличие в нем водоупорных и водовмещающих отложений.

Влияние климата на процессы рельефообразования выражается не только в том, что температура и влажность воздуха, среднегодовое количество осадков непосредственно определяют преобладающий набор экзогенных процессов, но и в том, что климатические параметры обусловливают характер растительного покрова, существенным образом влияющего на скорость денудации.

Для территории Воронежской и других областей, характеризующихся высокой степенью промышленного и аграрного освоения, немаловажное значение имеет техногенное воздействие на экзогенные геологические процессы. Оно осуществляется прежде всего через изменение характера растительного покрова. Уничтожение лесов, распашка обширных приводораздельных пространств, склонов речных и балочных долин, приводит к возрастанию скорости плоскостной и линейной (овражной) эрозии, оползнеобразования, эоловой денудации и аккумуляции, карстовых и суффозионных процессов.

В зависимости от роли перечисленных факторов в морфогенезе рельеф может быть разделен на две категории: морфоструктурный и морфоскульптурный.

К морфоструктурному рельефу (морфоструктуре) относятся, как правило, наиболее крупные формы, обусловленные либо неравномерным распределением неотектонических движений, либо тектонической структурой пород субстрата, проявляющейся в процессе неравномерной денудации различных по прочности пород. В соответствии с этим морфоструктурный рельеф может быть разделен на неотектонический и литоморфный (структурный).

Рельеф морфоскульптурный (морфоскульптура) возникает под непосредственным воздействием экзогенных процессов, разновидности которых обусловлены, главным образом, климатическими особенностями, а интенсивность — неотектоническими движениями.

Крупнейшими формами морфоструктурного рельефа, предопределенными неотектоническими движениями, в Воронежской области являются Среднерусская возвышенность и Окско-Донская низменность.

Среднерусская возвышенность на территории области представлена своей юго-восточной частью, в пределах которой по морфометрическим параметрам могут быть выделены морфоструктурные элементы второго ранга, отвечающие конформным им элементам неотектонической структуры.

Наиболее важными параметрами, использующимися в морфометрическом анализе (анализе, основанном на изучении количественных соотношений высот земной поверхности) являются гипсометрическое положение вершинной поверхности (поверхности, проходящей через самые высокие точки в рельефе), положение базисной (соединяющей самые низкие точки в рельефе) поверхности, а также соотношение этих поверхностей между собой, позволяющее оценить запасы потенциальной энергии рельефа.

Для Калачской возвышенности положение вершинной поверхности определяется высотами от 200 до 240 м. Высоты базисной поверхности изменяются от 80 до 100 м. Различия в высотном положении вершинной и базисной поверхностей, таким образом достигают 120—140 м, определяя большие запасы потенциальной энергии, значительную вертикальную расчлененность территории, высокую интенсивность современных экзогенных геодинамических процессов.

Правобережье субмеридионального отрезка Дона до устья Потудани, входящее в пределы Еманчинского неотектонического поднятия, характеризуется абсолютными отметками вершинной поверхности 240—260 м и высотой базисной поверхности от 120 до 160 м. Высота остаточного рельефа (разница в высотном положении базисной и вершинной поверхнос ей) — 100—120 м.

Междуречье Потудани и Черной Калитвы, соответствующее восточной части Острогожского неотектонического поднятия, в вершинной поверхности охватывает высоты 230—260 м, а в базисной — 70—80 м, что обусловливает самые большие для территории Воронежской области запасы потенциальной энергии рельефа, выраженные в значениях остаточного рельефа, достигающих 160—180 м.

Междуречье Черной Калитвы—Богучара, Богучара и Дона, которое в неотектонической структуре соответствует северо-восточной части Кантемировского неотектонического поднятия, в вершинной поверхности характеризуется высотами 190—240 м, а в базисной — 80—100 м. Высота остаточного рельефа здесь составляет 120—140 м.

В пределах неотектонических прогибов, разделяющих поднятия Среднерусской антеклизы, вершинная и базисная поверхности снижены в среднем на 20—40 м.

Резко отличается по морфометрическим параметрам территория Окско-Донской низменности. Вершинная и базисная поверхности здесь существенно сближены по высоте, определяя незначительные запасы потенциальной энергии рельефа и относительно слабую динамику экзогенных процессов.

Положение вершинной поверхности на территории, соответствующей южной части Шукавкинского поднятия, характеризуется отметками 160—170 м при высотах базисной поверхности 100—120 м. Остаточный рельеф, таким образом, здесь существенно ниже, чем на поднятиях Среднерусской возвышенности, и составляет 50—60 м. Еще ниже он в области Кривоборского, Масальского и Токаревского прогибов, где не превышает 30—40 м.

Неотектонические движения определяют глубину вертикального расчленения территории, а значит, и степень вовлечения в рельефообразование пород субстрата, формирование литоморфной компоненты современного рельефа. Эта литоморфная (структурная) компонента выражена в ярусном строении рельефа. Особенно отчетливо ярусное строение проявлено в пределах Среднерусской возвышенности, где преобладает денудационный рельеф.

В области Еманчинского поднятия (северо-западная часть Воронежской области) разрез зоны гипергенеза представлен широким диапазоном отложений (от пород верхнего девона до голоцена включительно). Верхнедевонские отложения выходят на склонах долин на абсолютных отметках в среднем ниже 100 м. Их кровля полого погружается в северном направлении. Максимальные вскрытые эрозией мощности (до 20 м) наблюдаются на правом крутом берегу Дона, где девонские отложения снизу вверх представлены известняками с прослоями карбонатных глин, кварцевыми песчаниками, перекрытыми глинами и известняками. В долинах Ведуги, Девицы и Бол. Верейки верхняя часть разреза девона залегает под современным аллювием и лишь местами выходит на поверхность в нижних частях склонов. На породах верхнего девона залегает толща преимущественно песчаных отложений нижнего—верхнего мела, кровля которых располагается на абсолютных отметках в среднем 140 м. Перекрыты они карбонатными отложениями верхнего мела мощностью до 95 м, которые среди дочетвертичных образований пользуются наибольшим по площади распространением. Среди четвертичных отложений наибольшим по площади распространением пользуются отложения ледникового комплекса, перекрытые покровными суглинками. Ледниковые отложения представлены в основном мореной — неоднородной глиной и тяжелыми суглинками, содержащими крупнообломочный материал различного состава. Средняя мощность морены около 10 м, а ее подошва залегает на отметках от 100 до 255 м. Покровные суглинки (8—10 м) плащеобразно залегают на морене или других отложениях, перекрывают аллювий третьей и четвертой над пойменных террас, которые, как и низкие (первая и вторая) террасы, распространены узкими полосами в долинах малых рек.

Гидрогеологические особенности территории определяются распределением в разрезе водоупорных и водовмещающих отложений. Основными водоупорами служат глины девона, морена нижнего неоплейстоцена, водовмещающими — пески мела, аллювиальные отложения, частично покровные суглинки и водно-ледниковые отложения. В разрезе бронирующими свойствами (повышенной устойчивостью к денудации) обладают девонские песчаники и известняки, песчаники апта, образующие на склонах литоморфные ступени.

В целом в рельефе области Еманчинского поднятия выделяются три яруса. В верхнем, связанном с карбонатными отложениями верхнего мела, преобладают водная эрозия и карстовые процессы. Во втором, сопоставляющемся с песчаными отложениями нижнего—верхнего мела, интенсивно развита овражная эрозия, а в третьем (девонские породы) формируются фронтальные оползни. Мелкие оползни связаны с мореной.

В области Острогожского неотектонического поднятия разрез зоны гипергенеза образован породами верхнего мела (пераслаивание писчего мела и мелоподобных, иногда глинистых мергелей) суммарной мощностью до 90 м, кровля которых находится на абсолютных отметках 150—160 м. Породы верхнего мела выходят в нижних и верхних частях склонов речных и балочных долин и занимают около 10 % площади территории. Вверх по разрезу они сменяются тонкозернистыми песками и алевритами эоцена мощностью от 0 до 10 м. В северо-западной части Острогожского поднятия они отсутствуют. Еще выше в верхних частях склонов выходят эоценовые (киевские) глины и глинистые мергели мощностью до 20 м и гипсометрическим положением кровли 170—190 м. Еще выше залегает преимущественно песчаная пачка верхнего палеогена мощностью до 25 м, которая на самых высоких водоразделах (выше 220 м) перекрывается глинистыми песками и песчаниками нижнего миоцена. На водоразделах дочетвертичные отложения перекрываются мореной (в среднем 10 м) и покровными суглинками средней мощностью около 15 м. В долинах Черной Калитвы, Тихой Сосны, Потудани, а также в их притоках развиты аллювиальные отложения неогеновых и четвертичных террас, представленные в основном песками и суглинками.

В гидрогеологическом отношении разрез характеризуется распространением как спорадических грунтовых вод, связанных с покровными суглинками и подстилающей их мореной, так и пластовых, приуроченных к песчаным отложениям верхнего палеогена (олигоцена), водоупором для которых служат киевские глины.

В рельефе территории отчетливо выделяются несколько ярусов. Верхний расположен в интервале высот от 244 до 170 м. Он характеризуется распространением овражно-балочных форм со сложной конфигурацией как поперечного, так и продольного профиля. Это каньоновидные долины со ступенчатыми склонами, с широкими заболоченными в верховьях днищами, осложненные многочисленными донными оврагами.

Второй ярус расположен в интервалах высот 150—170 м. Он характеризуется распространением крутостенных овражно-балочных долин с узкими сухими днищами. В вершинах таких долин развиваются изометричные в плане котловины с широким плоским дном.

Третий ярус связан с породами верхнего мела. Для него характерны широкие балочные долины с сухими неровными днищами, склонами, осложненными литоморфными ступенями, отражающими чередование в разрезе мергелей и мела.

В крупных речных долинах преимущественно распространены формы аллювиальной аккумуляции, террасовые ряды на склонах. Современные экзогенные геодинамические процессы по своему набору и специфике полностью подчинены ярусному строению рельефа. Особенностью верхнего яруса является чрезвычайно широкое распространение оползней, разнообразных по морфологии (циркообразных, фронтальных, линейных, глетчеровидных), кинематике (оползни отседания, вращения, скольжения и течения) и размерам (от нескольких десятков и сотен метров до первых километров). Базисом оползнеобразования служит кровля киевских глин, а местами подошва морены.

Во втором ярусе (зона распространения бучакских песков) преобладает овражная эрозия в сочетании с суффозионными явлениями.

В третьем ярусе (зона распространения карбонатных пород верхнего мела), наряду с процессами водной эрозии, проявляются процессы карстовой денудации.

В пределах крупных речных долин на фоне общего ос лабления экзогенных процессов в целом равномерно развиты водная и оползневая эрозия, карстовые и суффозионные явления.

Область Калачского неотектонического поднятия в целом похожа по характеристике разреза зоны гипергенеза на область Острогожского поднятия. Отличия заключаются в том, что здесь разрез палеогена дополняется палеоценовыми отложениями, образованными в основании опоками и опоковидными глинами, перекрывающимися мелкозернистыми песками с прослоями и линзами глин общей мощностью до 15 м. Глины и опоки создают дополнительный водоупор, а песчаные отложения вместе с залегающими выше песками бучакской свиты образуют еще один горизонт пластовых вод, вследствие чего в рельефе появляется еще один литоморфный ярус с интенсивным развитием оползней, который замещает второй (эрозионно-суффозионный) ярус области Острогожского поднятия.

Область Кантемировского неотектонического поднятия по сравнению с областью Острогожского характеризуется значительно большими площадями распространения палеогеновых и, особенно, неогеновых отложений. Раннемиоценовые образования здесь представлены крепкими песчаниками мощностью до 8 м, создающими на обширных водораздельных пространствах ландшафты столовых возвышенностей, в пределах которых экзогеодинамические процессы существенно ослаблены. Исключение составляет лишь интенсивная плоскостная эрозия, развивающаяся на распаханных участках. Обширные неогеновые террасы развиты в долинах рек Белой и Богучара. В разрезе олигоцена (Кантемировская свита) местами появляются песчаники мощностью до 1 м, которые на склонах долин формируют структурные (литоморфные) ступени.

|  |
| --- |
|  |
| Геоморфологическая карта Воронежской областиРис. 28. Геоморфологическая карта Воронежской области(составил А. И. Трегуб)Поверхности выравнивания:1 — раннемиоценовая конденудационная;2 — ранне-среднемиоценовые преимущественно эрозионно-денудационные;3 — среднемиоценовые преимущественно аккумулятивные (аллювиальные);4 — плиоценовые преимущественно аккумулятивные (аллювиальные);5 — позднеплиоценовые-раннечетвертичные преимущественно эрозионно-денудационные;6 — раннене-оплейстоценовые преимущественно аккумулятивные (водно-ледниковые);7 — средненеоплейстоценовые преимущественно аккумулятивные (аллювиальные третьей и четвертой надпойменных террас);8 — верхненеоплейстоценовые преимущественно аккумулятивные (аллювиальные первой и второй надпойменных террас);9 — голоценовые поверхности пойм и сопряженных с ними склонов;10 — область наложенной ранненеоплейстоценовой ледниковой аккумуляции |

В области Окско-Донской низменности разрез зоны гипергенеза имеет относительно простое строение. Он образован комплексом четвертичных ледниковых и лессоидных (глины, суглинки) отложений, а также неогеновыми и четвертичными преимущественно песчаными аллювиальными образованиями. В гидрогеологическом отношении здесь распространен в основном один водоносный горизонт. Процессы современной денудации развиты относительно слабо. Среди них можно отметить редкие мелкие оползни и суффозионные просадочные явления.

Наблюдающийся ныне рельеф — результат достаточно длительной истории его формирования. Его возрастная характеристика базируется на определении соотношений граней (поверхностей), из которых состоят его формы. Среди этих поверхностей важнейшее значение имеют реликты поверхностей выравнивания, знаменующие начало или окончание различных по продолжительности геоморфологических циклов.

В пределах юго-восточной части Среднерусской возвышенности наиболее древней поверхностью выравнивания является раннемиоценовая конденудационная поверхность. Ее образование происходило около 20 млн лет назад после регрессии последнего палеогенового морского бассейна в условиях слабых, мало дифференцированных тектонических движений, которые полностью компенсировались процессами денудации и аккумуляции. Реликты этой поверхности сохраняются в виде отдельных фрагментов на самых высоких водоразделах. В разрезе они зафиксированы следами коры выветривания: сильно ожелезненными глинистыми песками и песчаниками красной, буровато-красной, часто пятнистой, окраски.

Серия более молодых (ранне-среднемиоценовых) эрозионно-денудационных поверхностей выравнивания выработана в палеогеновых отложениях. Их образование связывается с накоплением отложений горелкинской серии. Гипсометрическое положение поверхности определяется диапазоном высот от 170 до 200 м. В бортах крупных речных долин они сопряжены с поверхностями террас, а в разрезах закреплены элювиальными образованиями, представленными красными, буровато-красными, пятнистыми глинами и суглинками с большим количеством крупных известковистых конкреций. С ранне-среднемиоценовым этапом связывается оформление основных черт современного рельефа территории Воронежской области, заложение и развитие речных долин, обособление Окско-Донской впадины. Глубина эрозионного вреза палеодолины Дона достигла максимальной величины в начале среднего миоцена. Она примерно на 30 м превышала его современную величину, вследствие чего ярусность структурно-денудационного рельефа должна была быть наиболее контрастной. Среди экзогенных процессов весьма интенсивно протекали процессы оползнеобразования с формированием обширных оползневых педиментов по кровле киевских глин. В дальнейшем, до конца среднего миоцена, от одного эрозионного цикла к другому преобладала тенденция повышения базиса эрозии и выравнивания рельефа с образованием преимущественно эрозионно-денудационных поверхностей выравнивания в области Среднерусской возвышенности и аккумулятивных в Окско-Донской впадине. Самая древняя (среднемиоценовая) аккумулятивная поверхность выравнивания сохранилась под мощным чехлом четвертичных образований на самом востоке Воронежской области. Ее высотное положение определяется отметками 160—170 м.

Плиоценовые-раннечетвертичные эрозионно-денудационные поверхности выравнивания, выработанные преимущественно в карбонатных породах верхнего мела, располагаются в интервале высот 140—160 м. Они обычно образуют полосы вдоль склонов речных долин шириной до 20—30 км. Смыкаются с поверхностями террас и перекрыты красно-бурыми, бурыми, иногда пятнистыми элювиально-делювиальными глинами и суглинками. Максимум эрозионного вреза этого времени в долине Дона приходится на конец плиоцена (время формирования аллювия белогорской свиты). Его величина примерно соответствует современной. Вторая аккумулятивная поверхность выравнивания, наиболее широко развитая в контурах Окско-Донской низменности, относится к раннему плиоцену и сопоставляется с аллювиальными отложениями усманской серии. Поверхность расположена в интервале высот 120—140 м и также перекрыта мощной толщей четвертичных образований.

Фрагменты аккумулятивных поверхностей выравнивания среднемиоценового и плиоценового возраста фиксируются и в бортах крупных речных долин Среднерусской возвышенности, где образуют серии прислоненных террас.

На территории Воронежской области все неогеновые поверхности выравнивания частично переработаны ледниковыми процессами и перекрыты плащом морены нижненеоплейстоценового Донского ледника. Исключение составляет лишь юг области (южнее широты г. Россошь), располагающийся за пределами оледенения. В ледниковой зоне аккумулятивный ледниковый рельеф сохранился слабо. Только по левобережью Дона (от Рамони до Лисок) про слеживается полоса шириной 20—30 км мощной флювиогляциальной аккумуляции, сопоставляющаяся с ранненеоплейстоценовой водно-ледниковой поверхностью выравнивания, располагающейся на абсолютных высотах около 160 м. Донское оледенение — важный рубеж в истории формирования рельефа Воронежской области. Мощная (несколько сотен метров) толща льда покрыла практически всю территорию Воронежской области. За пределами распространения ледника, на самом юге области господствовали мерзлотные и солифлюкционные процессы. После таяния ледника началось обновление гидросети, формирование новой серии поверхностей выравнивания.

Средненеоплейстоценовые поверхности ассоциируются с третьей и четвертой надпойменными террасами и сопряженными с ними склонами. Они приурочены к речным долинам и только в Окско-Донской низменности образуют достаточно широкие (до 20—30 км) аллювиальные и аллювиально-озерные равнины. Высота их поверхности над современным урезом воды в среднем составляет 25—30 м.

Поздненеоплейстоценовые поверхности связаны с первой и второй надпойменными террасами и опирающимися на них склонами. Они также развиты вдоль склонов долин, а их превышение над урезом воды в реках в среднем 10—15 м.

Голоценовые поверхности ассоциируются с поймами рек и днищами балочных долин, а также с сопряженными с ними склонами.