

На правах рукописи

**Двинских Александр Петрович**

**ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА  
ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ**

Специальность 25.00.25  
«Геоморфология и эволюционная география»

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание учёной степени  
кандидата географических наук

Казань-2012

Работа выполнена на кафедре географии и картографии Института экологии и географии Казанского (Приволжского) федерального университета

Научные руководители: доктор географических наук, профессор  
Дедков Алексей Петрович ;  
доктор географических наук, профессор  
Ермолаев Олег Петрович

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор  
Мусин Азгар Гареевич

кандидат географических наук  
Васюков Сергей Владимирович

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им.  
Н. И Ульянова»

Защита состоится «16» февраля 2012г. в 13 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 212.081.20 при ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по адресу: 420008, г.Казань, ул.Кремлёвская, 18, II корпус, Институт экологии и географии, 15 этаж, аудитория 1512

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И.Лобачевского Казанского (Приволжского) федерального университета.

Автореферат разослан «    » января 2012г.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения), просим направлять по указанному адресу:  
420008, г. Казань, ул.Кремлёвская, 18, К(П)ФУ.

Учёный секретарь диссертационного совета,  
кандидат географических наук

Ю.Г. Хабутдинов

## Общая характеристика работы

**Актуальность работы.** Разнообразие ранее сформированного и современного рельефа денудационных возвышенностей на востоке Русской равнины во многом определено различным составом слагающих их горных пород. Физико-химические и механические свойства отложений определяют характер, интенсивность, площадное распространение экзогенных процессов.

Изучение эрозионных, оползневых, абразионных, суффозионных, карстовых, эоловых форм рельефа в различных по составу породах позволяет глубже проникнуть в механизм их образования, а сами эти формы могут служить геоморфологическими, поисковыми предпосылками и признаками месторождений твердых нерудных полезных ископаемых. Анализ реликтовых форм вторичного структурного рельефа способствует более глубокому и детальному изучению геологического строения территории, лучшему пониманию и осмыслению особенностей рельефа.

**Цель работы.** Целью данного исследования является установление и анализ зависимостей современных экзодинамических процессов, современного и ранее сформированного рельефа от структурно-литологических условий Камско-Волжского региона востока Русской равнины.

Для достижения этой цели требуются решения следующих задач:

1. Анализ и систематизация результатов предшествующих исследований по изучению литологического фактора рельефообразования на рассматриваемой территории.

2. Объединение толщ горных пород, участвующих в экзогенном рельефообразовании, в определенные литолого-стратиграфические комплексы. Выработка принципов их выделения.

3. Выявление зависимостей морфометрических и морфологических характеристик ранее сформировавшегося и современного рельефа от литологического состава пород, слагающих его поверхность.

4. Анализ особенностей развития и проявления экзодинамических процессов в различных комплексах пород в зависимости от геоморфологических условий территории и степени ее антропогенного изменения.

5. Ранжирование комплексов горных пород по степени устойчивости к механической и химической денудации.

6. Литолого-геоморфологическое районирование изучаемого региона на востоке Русской равнины. Обоснование принципов районирования. Характеристика выделенных районов.

**Методика исследования.** Основными методами исследований, используемыми в данной работе явились: полевой экспедиционный, сравнительно-описательный, картографический, системный анализ, аэрокосмический.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

1. На востоке Русской равнины выявлена литогенность рельефа, сформированного древними и современными экзодинамическими процессами, отражающая условия залегания горных пород.

2. Морфометрия и морфология современного и ранее сформированного рельефа определяются литологическими различиями отложений.

3. Выделены региональные и локальные пласты бронирующих горных пород, которые определяют наличие и многообразие форм вторичного структурного рельефа.

4. Установлены новые количественные зависимости проявления различных современных экзодинамических процессов от механического состава пород.

5. Впервые для территории востока Русской равнины проведено типологическое литолого-геоморфологическое районирование.

**Практическое значение работы.** Результаты исследований могут использоваться при проведении различных мониторинговых исследований, а также учитываться при решении практических задач, связанных с регулированием экзогенных процессов, планировании изысканий для целей гражданского и промышленного строительства, прокладки дорог, магистральных трубопроводов в конкретных геоморфологических и геологических условиях. Материалы диссертации могут быть использованы при чтении лекционных курсов «Общая геология», «Геоморфология», «Физическая география России», «Физическая география Республики Татарстан» в Институте экологии и географии Казанского (Приволжского) федерального университета.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Высота современного рельефа является надежным показателем интенсивности денудации в неоген-четвертичное время.

2. Интенсивность механической денудации, определенная по стоку взвешенных наносов в различных комплексах пород, уменьшается с высотой. С увеличением высоты, благодаря селективному проявлению денудации усиливается структурность рельефа.

3. Литогенность рельефа востока Русской равнины обусловлена участием в его строении карбонатно-сульфатных пород карбон-пермского и песчано-кремнистых отложений палеогенового комплексов, слагающих наиболее высокие водоразделы на рассматриваемой территории и являющихся наиболее устойчивыми к процессам денудации горными породами.

Песчано-глинистые породы юрско-нижнемелового возраста в значительной степени подвержены разрушению и слагают наиболее низкие водоразделы денудационных равнин.

4. Возможность проявления, интенсивность и пространственное распространение экзодинамических рельефообразующих процессов во многом определяется механическим составом горных пород, что позволяет выделить три группы литолого-геоморфологических районов, различных по морфологическим и морфометрическим показателям.

**Апробация работы.** Основные положения работы докладывались на Международном симпозиуме «Геоморфологические процессы и окружающая среда» (Казань, 1991), на 3 и 4 Всесоюзных конференциях «Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных

условиях» (Москва, 1981, 1987), на XIX пленуме Геоморфологической комиссии АН СССР (Казань, 1988), на Всесоюзной конференции «Стационарные наблюдения при изучении ландшафтов» (Иркутск, 1988).

Автор выступал с ежегодными докладами на итоговых научных конференциях Казанского (Приволжского) федерального университета, начиная с 1983 года.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано работ 28 общим объемом 3,9 п.л., из них статей 9 объемом 2,1 п.л., в том числе 4 в изданиях ВАК.

**Структура и объем работы.** Диссертация объемом 160 страниц машинописного текста, состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы, включающего 174 наименований, содержит 27 таблиц и 37 рисунков.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям, доктору географических наук, профессору А.П. Дедкову, доктору географических наук О.П. Ермолаеву, а также профессорам В.И. Мозжерину, Г.П. Бугакову, доцентам А.Н. Шарифуллину, С.Г. Курбановой, Р.Р. Денмухаметову за помощь, оказанную при выполнении работы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, охарактеризованы научная новизна и практическая значимость работы, её структура, отмечены положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** посвящена вопросам изученности литологического фактора рельефообразования на востоке Русской равнины. В ней отмечается, что к настоящему времени сложилось несколько подходов к оценке этого фактора, в том числе: оценка зависимости морфометрических и морфологических особенностей рельефа от литологии пород, связанных с деятельностью экзогенных процессов в неоген-четвертичное время (Языков, 1832; Кротов, 1878, 1894; Павлов, 1887, 1898; Мурчисон, 1849; Селивановский, 1952; Горелов, 1964; Дедков, 1964, 1972, 1977; Обедиентова, 1953, 1962; Мещеряков, 1960, 1965 и др.); оценка интенсивности и выявления механизма современных и древних экзодинамических процессов в различных по составу горных породах (Арманд, 1950; Ермолаев, 1992; Зубенко, 1963, 1991; Коротина, 1981; Кузницын, 1960, 1974; Назаров, 1992; Овражная эрозия..., 1990; Рогозин, 1961; Рысин, 1998; Сироткина, 1966; Ступишин, Дуглав, Лаптева, 1980; Трофимов, 1972, 1974; Хайбуллина, 1950 и др.); лабораторное моделирование и стационарное изучение экзогенных процессов (Бастраков, 1977, 1983; Дедков, Мозжерин, 1986; Мозжерин, Курбанова, 2004 и др.); общая оценка литологического фактора в рельефообразовании (Дедков, Мозжерин, Ступишин, Трофимов, 1977; Дедков, Мозжерин, 1984; Мозжерин, Шарифуллин, 1988 и др.).

**Во второй главе** даётся описание литолого-стратиграфических комплексов горных пород, слагающих рельеф изучаемой территории,

сформулированы принципы их выделения: литологическая однородность, строгая стратиграфическая принадлежность, сходность свойств пород.

Всего было выделено 8 комплексов: карбонатно-сульфатный карбон-пермский, глинисто-карбонатный пермско-нижнетриасовый, песчано-глинистый юрско-нижнемеловой, карбонатный верхнемеловой, песчано-кремнистый палеогеновый, песчано-глинистый плиоценовый, суглинистый и песчаный четвертичные.

**В третьей главе** подробно рассматривается исходный материал для написания диссертации, способы его получения и обработки. Основой для написания работы послужили следующие материалы: данные полевых экспедиционных исследований за интенсивностью оврагообразования, боковой эрозии рек, обвально-осыпных процессов, крипа, проводившихся на ключевых участках в течение почти 25 лет (1982-2006 гг.); геологические и топографические карты разных масштабов, необходимые для изучения глубинной речной эрозии, морфометрических характеристик рельефа; результаты дешифрирования аэрофотоснимков, использованных для изучения нивальных форм рельефа, динамики овражной эрозии.

**В четвертой главе** представлен анализ высоты рельефа от механического состава пород комплексов, слагающих водоразделы рек. Для выявления зависимости высоты рельефа от состава горных пород было определено геологическое строение 1229 пунктов на площади около 400000 кв. км.

**В параграфе IV.1.** отмечается, что самой высокой поверхностью (287м) отличается комплекс пород палеогена, состоящий из сливных песчаников, наиболее устойчивых к денудации. Второе место по высоте (260м) принадлежит водораздельным плато, сложенным известняками и доломитами верхнего карбона - нижней перми. Среднее высотное положение занимают водоразделы, выработанные в средних по устойчивости горных породах: карбонатных верхнего мела (236м), глинисто-карбонатных перми-нижнего триаса (214м), песчано-глинистых юры-нижнего мела (203м). Значительно меньшие высоты имеют аккумулятивные равнины, сложенные песками и глинами плиоцен-четвертичного возраста. Их высотные отметки определяются условиями аккумуляции в различные эпохи плиоцена и плейстоцена и лишь в малой степени связаны с денудацией. Данная зависимость высоты водоразделов от устойчивости слагающих их горных пород к денудации отражена на схеме (рис.1), представляющей собой графическую модель распределения высот водоразделов.

**В параграфе IV.2.** рассматривается высота рельефа, которая может служить показателем интенсивности денудации неоген-четвертичного времени. На рассматриваемой территории сохранились две поверхности денудационного выравнивания, образующие верхнее и нижнее плато. Верхнее плато (280-360м) сохранилось на главных водораздельных узлах (кроме Предкамья). В сложении верхнего плато преобладают породы палеогенового и

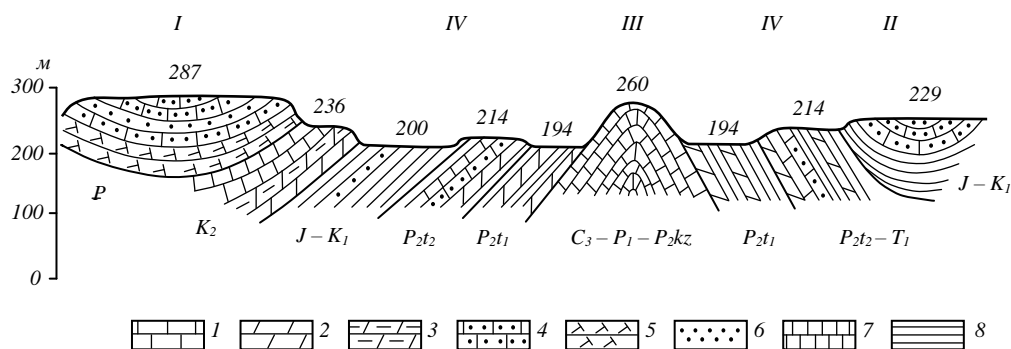


Рис.1. Графическая модель зависимости абсолютной высоты водораздельных поверхностей от структурно-литологических условий. Индексы показывают возраст основных лито-стратиграфических комплексов  
 Цифры в верхней части схемы – средняя абсолютная высота поверхностей водоразделов в различных комплексах горных пород; 1 – 8 – их состав: 1 – известняк и доломит, 2 – мергель, 3 – кремнистый мергель, 4 – песчаник, 5 – опока, 6 – песок, 7 – мел, 8 – глина. I – IV – элементы модели: I – Приволжская возвышенность – синеклиза, II Верхнекамская возвышенность – синеклиза, III – возвышенности – валы (Вятский Увал, Жигули), IV – моноклиналильные равнины

карбон-пермского возраста (на 65%), которые слагают всего 21% площади рассматриваемой территории. Нижняя поверхность (180-240м) имеет более широкое распространение, образуя пьедестал, на котором поднимаются останцовые массивы верхнего плато.

Таким образом, двухярусность рельефа увеличивает роль литологического фактора в распределении высот.

**Пятая глава** полностью посвящена проявлениям экзогенных процессов в различных литолого-стратиграфических комплексах пород.

**В параграфе V.1.** рассматриваются выветривание и склоновые процессы (обваливание и осыпание, оползание, солифлюкция современная и плейстоценовая, крип). Отмечается, что интенсивность проявления этих процессов всегда контролируется литологическим фактором. С увеличением глинистой составляющей в гранулометрическом составе отложений скорость и площадное развитие этих процессов значительно возрастают.

**В параграфе V.2.** даётся подробное описание интенсивности проявления водно-эрозионных процессов (почвенной, тоннельной, овражной, речной глубинной и боковой эрозии) в различных по литологическому составу комплексах пород.

На востоке Русской равнины с увеличением высоты водоразделов происходит уменьшение стока взвешенных наносов и ослабление эрозии. Среди коренных пород самая малая величина стока взвешенных наносов характерна для палеогенового (47,4 т/км<sup>2</sup> в год) и карбон-пермского (48,7 т/км<sup>2</sup> в год) комплексов пород, которые являются наиболее устойчивыми к денудации и слагают самые высокие водоразделы. Верхнемеловой, пермско-нижнетриасовый комплексы пород занимают промежуточное положение и дают меньшее количество взвешенного материала (соответственно 59,2 и 79,6

т/ км<sup>2</sup> в год). Эти породы формируют средние по высоте водоразделы. Максимальный сток взвешенных наносов (118,8 т/ км<sup>2</sup> в год) характерен для юрско-нижнемелового комплекса пород, слагающего наиболее низкие водораздельные поверхности.

Величина стока взвешенных наносов зависит также от геоморфологического фактора. Его влияние через увеличение стока наносов всегда проявляется только в том случае, если рассматривать сток наносов рек отдельно для возвышенностей и низменностей, сложенных породами одного комплекса. Реки возвышенностей превосходят по стоку наносов реки низменностей во всех коренных породах выделенных комплексов в среднем в 1,2 раза (табл.1.).

Таблица 1.

**Изменение стока взвешенных наносов в породах различных литолого-стратиграфических комплексов в зависимости от высоты рельефа**

№ п/п	Литолого-стратиграфические комплексы пород	Низменности <200		Возвышенности >200	
		<i>n</i>	$\bar{r}$	<i>n</i>	$\bar{r}$
1	Карбонатно-сульфатный карбон-пермский	4	44,5	10	53,5
2	Песчано-глинистый юрско-нижнемеловой	8	107,6	6	133,6
3	Глинисто-карбонатный пермско-нижнетриасовый	25	76,8	15	84,3

Примечание: *n* – количество гидрологических постов,  $\bar{r}$  - средний модуль стока взвешенных наносов

Проявление антропогенного фактора также проявляется в увеличении стока взвешенных наносов, особенно «бассейновой» его составляющей. Однако этот фактор эрозии, направленный на изменение естественных ландшафтов, приводит не к изменению последовательности противоэрозионной устойчивости комплексов пород, а усилению литологической избирательности проявления эрозии и увеличению стока наносов (рис.2.)

Литологический состав пород определяет скорость, направленность и рельефообразующее значение всех видов эрозии, которые наиболее активно проявляются в весьма узком гипсометрическом интервале высот 150-230м (рис.3.). Этот интервал высот, сложенный, в основном, песчано-глинистыми отложениями перми-нижнего триаса, юры-нижнего мела и плиоцена отличается наиболее высокими показателями стока взвешенных наносов, линейной эрозии (овраго- и долинообразования), обуславливая высокую степень эрозионного расчленения (до 1,2 км/ км<sup>2</sup> ). Эта территория наиболее интенсивного современного эрозионного рельефообразования на востоке Русской равнины. Интервал высот ниже 150м отличается затуханием овражной, глубинной

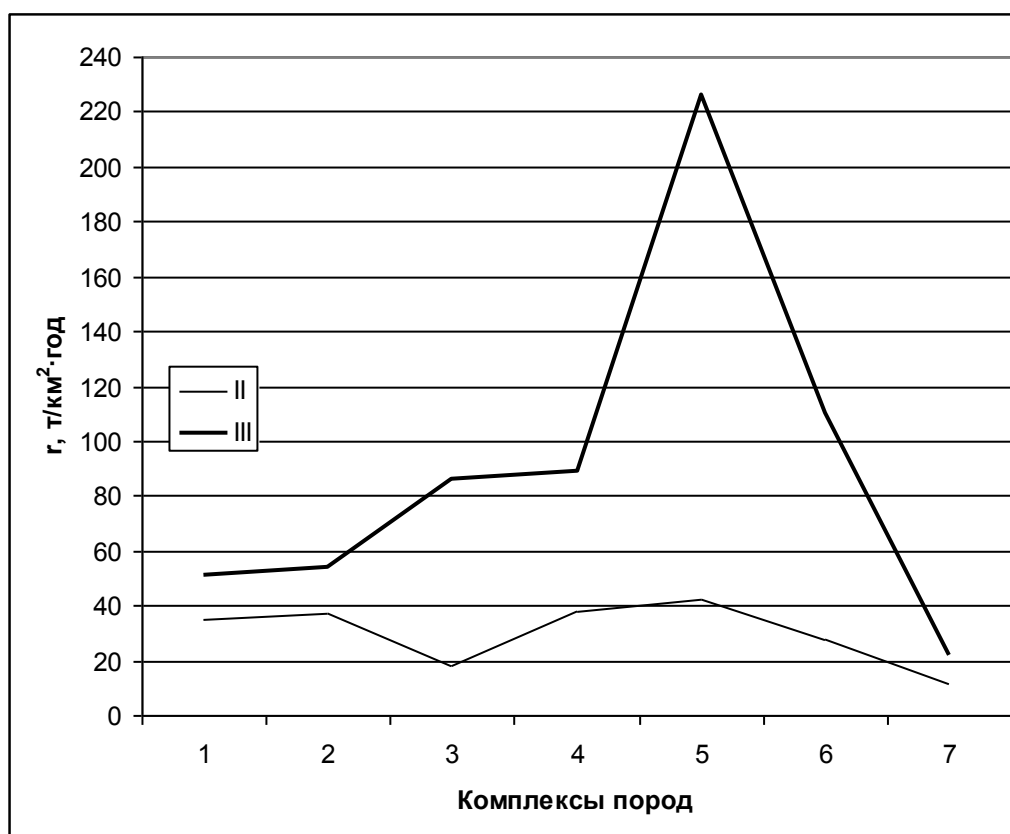


Рис.2. График зависимости величины стока взвешенных наносов от состава пород при различной степени (II-средней, III-высокой) хозяйственной освоенности речных бассейнов. Комплексы пород: 1 – песчано-кремнистый палеогеновый, 2 – карбонатно-сульфатный карбон-пермский, 3 – карбонатный верхнемеловой, 4 – глинисто-карбонатный верхнепермско-нижнетриасовый, 5 – песчано-глинистый юрско-нижнемеловой, 6 – песчано-глинистый плиоцен-четвертичный, 7 – песчаный четвертичный.

речной, но увеличением интенсивности боковой речной эрозии. Данная территория отличается широким распространением рыхлых песчаных отложений с хорошей фильтрационной способностью, которые переводят поверхностный сток в подземный. Наблюдается общее снижение интенсивности водно-эрозионного экзогенного рельефообразования.

Речные водоразделы, имеющие средние высоты более 250м, также отличаются слабым проявлением современного эрозионного рельефообразования. Большая устойчивость горных пород к денудации предполагает хорошую сохранность древних форм вторичного структурного рельефа.

**В параграфе V.3.** рассматривается интенсивность химической денудации, абразии, эоловых процессов и суффозии подземных вод в различных по составу комплексах пород.

В среднем для всех пород величина химической денудации на востоке Русской равнины оценивается показателем в 20,9 т/ км<sup>2</sup> в год и изменяется по комплексам пород более чем в 8 раз. Наиболее интенсивно выщелачиваются породы карбон-пермского и пермско-нижнетриасового возраста (соответственно 33,2 и 23,6 т / км<sup>2</sup> в год), отличающихся экстремальным проявлением химической денудации-карстообразования. Промежуточное положение между этими двумя группами пород занимают другие

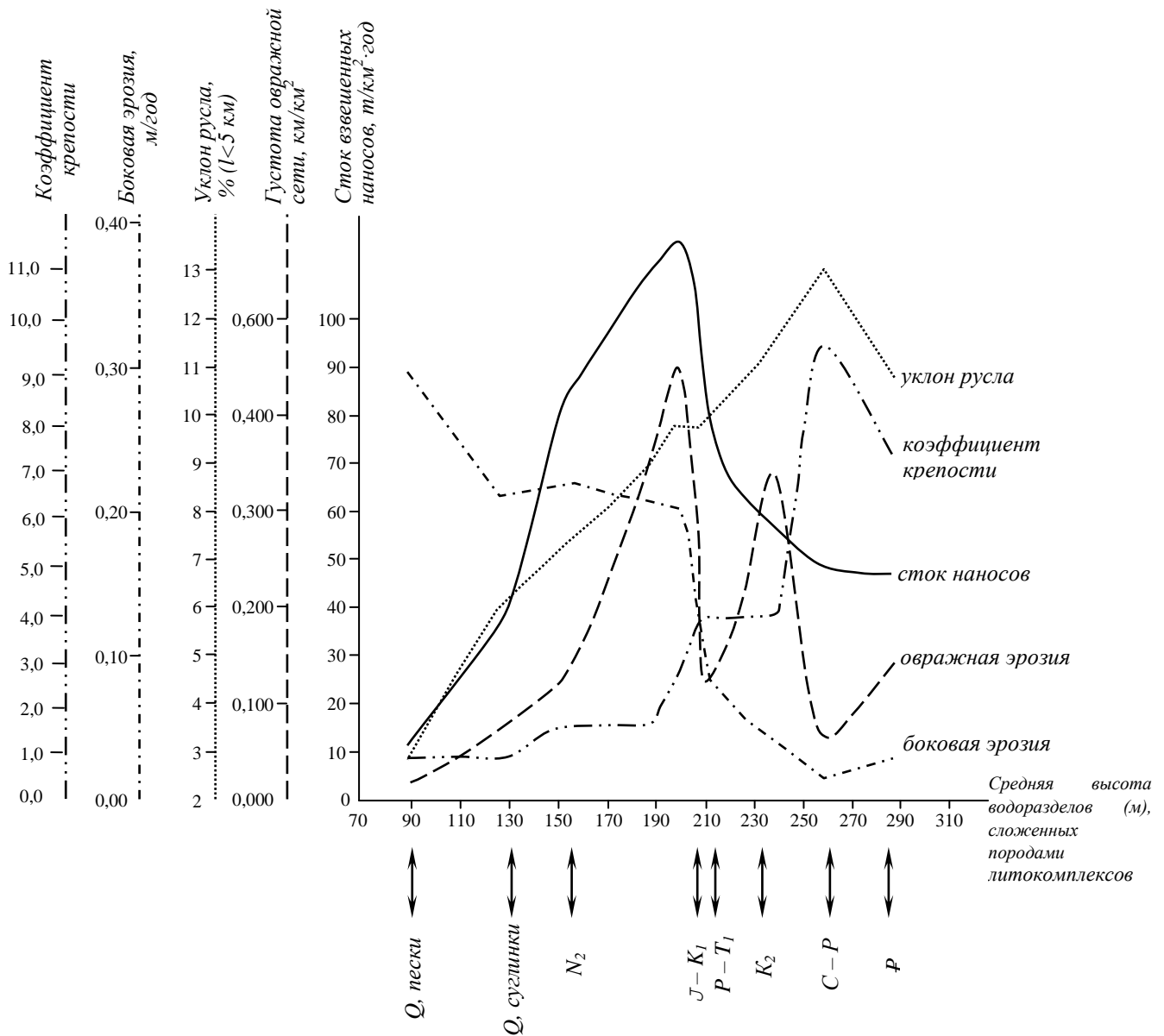


Рис.3. Совмещенный график интенсивности видов эрозии в литостратиграфических комплексах пород

стратиграфические комплексы, причём выдерживается общая закономерность: чем более широко в составе дренируемых отложений развиты карбонатно-сульфатные породы, тем интенсивнее проявляется химическая денудация.

Значительной абразионной переработке подвергаются берега, сложенные породами глинисто-карбонатного состава перми-нижнего триаса, песчано-глинистыми отложениями юрско-нижнемелового возраста, а также песками и суглинками плиоцен-четвертичного времени. Слабая абразия характерна для берегов, в строении которых принимают участие породы карбона-перми. В зависимости от скорости проявления абразии в различных по составу

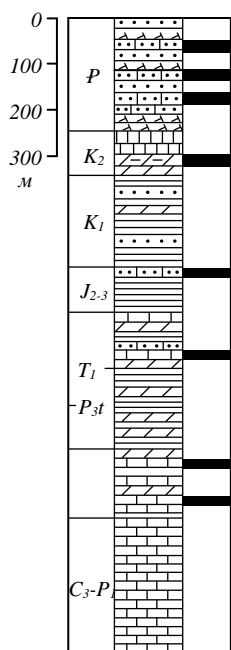


Рис.4.

Основные региональные структурообразующие (бронирующие) горизонты осадочной толщи, слагающей рельеф на востоке Русской равнины.

комплексах пород можно выделить определённые типы берегов водохранилищ: карбонатно–сульфатные породы обуславливают слабоабразионный обвальнo-осыпной тип берега, глинистые отложения – оползневой, песчаные – осыпной.

Проявление современных эоловых процессов на изучаемой территории строго ограничено механическим составом материнских пород. Наиболее подвержены ветровой эрозии почвы с лёгким (песчаным и супесчаным) составом, независимо от их типа.

Развитие суффозионных явлений тесно связано с литологическим составом пород и гидрогеологическими условиями. Мутность родниковых вод заметно реагирует на состав водовмещающих пород. Наиболее мутными являются воды, вытекающие из глинистых отложений (4,1 мг/л), а наиболее прозрачными – воды из известняково-доломитовых толщ (3,4 мг/л). Песчаные породы занимают промежуточное положение (3,8 мг/л). Для всех литологических разностей происходит резкое увеличение интенсивности суффозии при возрастании дебитов родников. Наиболее «чутко» реагируют на возрастание дебитов карбонатные породы. Увеличение водности родника в два раза обуславливает возрастание мутности вод, излившихся из этих пород в 1,4 раза, в то время как у мергелей всего в 1,2 раза. В последнее

столетие в связи с вырубкой части лесов верхние водоносные горизонты в значительной степени были дренированы, что привело к некоторому ослаблению суффозионных процессов и уменьшению дебитов родников.

**В шестой главе** подробно описывается вторичный структурный рельеф, который отражает залегание горных пород, характер тектонической структуры. Воздействие длительной денудации на пластовые возвышенности востока Русской равнины привело к формированию сложного комплекса форм вторичного структурного рельефа, различного по размерам, морфологии, механизму и условиям формирования, возрасту. Среди форм вторичного структурного рельефа можно выделить:

**-структурные террасы** на изучаемой территории распространены наиболее широко и имеют региональное либо локальное развитие. Всего в осадочной толще, слагающей рельеф изучаемой территории, можно выделить 8 региональных террасообразующих пластов и до 12 пластов местного значения (рис.4).

Они имеют карбон-пермский, юрский, меловой и палеогеновый возраст. Структурные террасы регионального значения имеют ширину более 1км и распространены в долинах рек Шешмы, Зая, Волги и др. Локальные террасы развиты более широко.

**-структурные плато** образуются в том случае, если стойкие к выветриванию и денудации горные породы бронируют водоразделы и плато. В таком бронировании принимают участие те же пласты, которые слагают структурные террасы. Наиболее часто структурные плато встречаются в областях распространения палеогеновых и верхнемеловых отложений на Приволжской возвышенности, в районах распространения отложений казанского яруса в Высоком Заволжье, в условиях спокойного их залегания.

**-куэстоподобный рельеф** очень широко распространён в условиях моноклиналильного залегания пород Жигулёвского массива и Вятского вала. Куэстоподобный облик имеют северные уступы некоторых массивов верхнего плато Приволжской возвышенности (Зыковы горы, Вотлама и др.) и южные уступы массивов верхнего плато Верхнекамской возвышенности.

**-отпрепарированные валы, брахиантиклинали и купола** распространены в пределах Жигулёвской и Вятской дислокаций, а так же за их пределами. Эти структуры во многих случаях отчётливо выражены в современном рельефе. Препарировка осуществлялась двумя основными процессами: плоскостным смывом и боковой эрозией рек. Плоскостной смыв в районах ряда брахиантиклиналей и куполов сформировал полого-сводовое плато. Это ещё одна разновидность структурных плато наряду с горизонтальными и моноклиналильными. Препарировку тектонических структур осуществляла также боковая эрозия Волги и некоторых других рек, русла которых неуклонно смещались вправо под действием силы Кориолиса. Классическим примером может служить излучина Самарской Луки, где река прорывает Жигулёвский вал. Резкие повороты русла Волги и всей её долины у с.Верхний Услон и у пос.Камское Устье связаны с наличием здесь брахиантиклиналей, в ядрах которых высоко подняты жёсткие карбонатные породы казанского яруса, крылья же сложены, в основном, глинисто-мергельными породами татарского отдела перми.

Изложенный материал свидетельствует об очень неравномерном развитии форм вторичного структурного рельефа в толщах пород различного возраста и состава. Нами предпринята попытка количественной оценки этой неравномерности с помощью коэффициента структурности рельефа ( $K_c$ ):

$$K_c = \frac{N}{M} \times 1000$$

где: N- количество бронированных пластов в отложениях определенного возраста, учитываются пласты регионального ( $n_1$ ) и локального ( $n_2$ ) значения. При этом условно два пласта локального значения приравниваются к одному пласту регионального; M – мощность яруса или отдела в метрах. Коэффициент  $K_c$  – показывает, сколько пластов стойких пород приходится на единицу мощности отложений. Результаты анализа приведены в таблице 2. Не учитывалась толща верхнего карбона и нижней перми, выходящая лишь в Жигулях и почти нацело сложенная стойкими породами. Данные таблицы и ранее изложенный материал свидетельствует о том, что вторичный структурный рельеф особенно хорошо выражен в породах казанского яруса

**Структурность различных по возрасту и составу  
отложений востока Русской равнины**

Возраст пород	Мощность (м)	Количество стойких пластов			$K_c = \frac{N}{M} \times 1000$
		региональные $n_1$	Локальные $n_2$	$\sum n$	
P <sub>2</sub> kz	130	2	4	6	46
P <sub>3t</sub> -T <sub>1</sub>	300	1	3	4	13
J <sub>3</sub>	120	1	0	1	8
K <sub>1</sub>	210	0	1	1	5
K <sub>2</sub>	100	1	0	1	10
Pg	240	3	4	7	29
В целом	1100	8	12	20	18

верхней перми и палеогена. Здесь больше всего структурных террас и плато, лучше всего отражены в рельефе тектонические структуры различных типов. При этом имеет значение и то обстоятельство, что как было показано в главе IV, указанные горные породы слагают на востоке Русской равнины самый высокий рельеф. Самая малая структурность характерна для нижнемеловой песчано-глинистой толщи. Формы вторичного структурного рельефа здесь практически отсутствуют.

Образование форм вторичного структурного рельефа происходило в разные эпохи. Для плоскостного смыва, осуществлявшего препарировку стойких пластов, наиболее благоприятные условия были в саванном климате позднего миоцена (верхнее плато), в семиаридном климате эоплейстоцена – во время накопления сыртовых глин, в перигляциальном климате плейстоцена (нижнее плато и склоны). Боковая эрозия рек активно проявлялась и в гумидных климатах плиоцена, плейстоцена и голоцена.

**В последней седьмой главе** говорится о наборах экзогенных процессов в литолого-стратиграфических комплексах пород и их геоморфологическом значении.

**Параграф VII.1.** посвящён литологическим спектрам экзогенных процессов. Каждому ранее выделенному литолого-стратиграфическому комплексу приурочен вполне определённый набор экзогенных процессов, развивающихся в породах комплекса с разными интенсивностью и площадью своего распространения. В одних случаях процесс может иметь широкое развитие, но небольшую скорость своего проявления (выветривание, крип), в других, при очень активном проявлении, процесс имеет ограниченное распространение (оползни, абразия) (табл.3.). Подобные наборы экзогенных процессов в различных комплексах пород, принято называть литологическим спектром экзогенных процессов.

В соответствии с генетическими составляющими механической денудации, все экзодинамические процессы, в зависимости от их

направленности, характера проявления и морфологической выраженности внутри каждого комплекса пород, были разделены на две группы: с линейным и площадным их проявлением. Первая группа объединяет процессы обваливания и осыпания, оползания современной солифлюкции, абразии, а также овражной, тоннельной, глубинной и боковой речной эрозии. Эти процессы формируют линейно вытянутые формы денудационного и аккумулятивного рельефа. Другая группа включает процессы площадного развития – физическое и химическое выветривание, крип, почвенная эрозия, суффозия подземных вод, дефляция, химическая денудация.

Интенсивность проявления одних экзогенных процессов может быть весьма точно определена в ходе их стационарного наблюдения, а также при анализе различных картографических материалов. Скорость других экзодинамических процессов может быть определена с меньшей точностью, и выражена в некоторой степени условно, что значительно затрудняет анализ интенсивности проявления экзогенных процессов в общей структуре механической денудации. Поэтому, в дальнейших расчётах нами был использован балльный метод, предложенный Д.Л. Армандом. Интенсивность проявления процесса в этом случае была ранжирована по 4 баллам: 0 – отсутствие процесса, 1 – слабое проявление, 2 – среднее, 3 – сильное, 4 – весьма сильное. Для дальнейшего сравнительного анализа и сопоставления друг с другом экзогенных процессов все количественные показатели (в баллах) были представлены в таблице 3. Расчётные табличные данные показывают, что в современных условиях востока Русской равнины при относительно невысоких в целом темпах механической денудации, интенсивность линейной её составляющей несколько превосходит площадную. Особенно большой интенсивностью в рамках линейной денудации выделяются глубинная и боковая речная эрозия, оврагообразование. В условиях густого эрозионного расчленения существенно активизируются гравитационные склоновые процессы, абразия, особенно в комплексах пород с содержанием глинисто-песчаных отложений.

В площадной составляющей механической денудации наиболее активно проявляются выветривание (физическое и химическое), почвенная эрозия и крип. Высокая распаханность водоразделов и невысокая их залесённость создают очень благоприятные условия для широкого площадного проявления этих процессов на значительной территории востока Русской равнины.

Обращает на себя внимание тот факт, что линейная и площадная денудация, как и механическая в целом, очень активно проявляются в комплексах пород пермско-нижнетриасового, юрско-нижнемелового, плиоценового возраста с преобладанием глинисто-песчаных отложений. Как было отмечено ранее, водоразделы, сложенные породами этих комплексов, отличаются не самой большой абсолютной высотой, а реки, дренирующие эти водоразделы, имеют самую высокую величину стока взвешенных наносов.

Таблица 3.

**Интенсивность механической денудации и отдельных её составляющих (площадной и линейной), экзогенных процессов (в баллах) по различным литолого-стратиграфическим комплексам пород**

Механическая денудация  Экзодинамические процессы  Лито-стратиграфические комплексы пород	Площадная, в баллах								Линейная, в баллах								Механическая денудация в целом	
	Выветривание физическое	Выветривание химическое	Крип	Почвенная эрозия	Суффозия подземных вод	Эоловые процессы	Химическая денудация	В целом	Обваливание и осыпание	Оползание	Современная солифлюкция	овражная эрозия	Тоннельная эрозия	Речная глубинная эрозия	Речная боковая эрозия	Абразия		В целом
Карбонатно-сульфатный карбон-пермский	1	3	1	1	1	0	4	11	1	0	0	1	0	4	1	1	8	19
Глинисто-карбонатный пермско-нижнетриасовый	2	3	3	3	2	0	3	16	4	2	0	3	0	3	2	4	18	34
Песчано-глинистый юрско-нижнемеловой	1	3	4	4	0	0	2	14	4	4	0	4	4	3	3	4	26	40
Карбонатный верхнемеловой	2	2	2	2	1	0	3	12	1	0	0	3	0	3	1	2	10	22
Песчано-кремнистый палеогеновый	1	1	1	2	3	1	1	10	2	0	0	1	0	3	1	2	9	19
Глинисто-песчаный плиоценовый	1	2	4	3	0	0	1	11	3	3	0	2	3	2	3	3	19	30
Суглинистый четвертичный	2	2	4	3	1	0	2	14	3	3	1	1	2	3	4	3	20	34
Песчаный четвертичный	1	1	1	2	2	4	1	12	3	0	0	0	1	0	3	3	10	22
В целом	11	17	20	20	10	5	17	100	21	12	1	15	10	21	18	22	120	220

В комплексах горных пород, состоящих из карбонатно-сульфатных и песчано-кремнистых (скальных) пород карбона-перми, верхнего мела, палеогена темпы механической денудации и отдельных её составляющих заметно уменьшаются. Физико-химические свойства этих пород обуславливают резкие колебания интенсивности экзогенных процессов от их аномального проявления до полного затухания. Водоразделы, сложенные породами этого возраста и состава являются самыми высокими на востоке Русской равнины и отличаются обилием самых разнообразных форм вторичного структурного рельефа. Реки, заложенные в породах этих комплексов, имеют небольшую величину стока взвешенных наносов.

**Параграф VII.2.** посвящён литолого-геоморфологическому районированию, в основу которого положена типизация древнего и современного рельефа территорий, сложенных породами определенных литолого-стратиграфических комплексов с характерным спектром современных экзодинамических процессов и созданных ими форм рельефа. В соответствии с вышеизложенными положениями на востоке Русской равнины можно выделить три группы районов (рис.5.):

***I. Область развития высокого денудационного рельефа с обилием и хорошей сохранностью деструктивных реликтовых форм***

Область объединяет районы – ареалы развития песчано-кремнистых палеогеновых отложений (Приволжский- I-1), карбонатных образований верхнего мела (Волжско-Сурский-I-2), карбонатно-сульфатных среднепермских пород (Средневятский- I-3, Бугульминский- I-5), и известняков карбон-пермского возраста (Жигулёвский-I-4). Последние три района приурочены к трём крупнейшим в регионе положительным тектоническим структурам. Данная область характеризуется невысокой интенсивностью экзогенных процессов. В породах выделенных комплексов почти затухают процессы водной эрозии (овражной, глубинной, боковой и почвенной). Очень слабо проявляются тоннельная эрозия и процессы обваливания и осыпания (табл.3.). Весьма интенсивно протекают процессы выветривания, суффозии подземных вод. Наличие карбонатных и сульфатных пород в карбон-пермском и верхнемеловом комплексах определяют большую величину химической денудации с её аномальным проявлением-карстом и широким развитием карстовой морфоскульптуры.

В целом выделенная территория представляет собой арену относительно слабого современного рельефообразования (табл.3.). Этому способствуют значительная устойчивость горных пород к механической денудации и, отчасти, большой залесенностью региона (особенно водоразделов, сложенных породами палеогена). Величина денудации, определенная по стоку взвешенных наносов, достигает самых минимальных значений на востоке Русской равнины и в среднем составляет  $50,1 \text{ т/км}^2$  в год. Все это создает благоприятные условия для четко выраженной ярусности и структурности рельефа и хорошей сохранности этих форм.



В условиях развития многочисленных горизонтов горных пород, отличающихся твердостью и монолитностью, при селективном характере проявления в них денудации, рассматриваемая территория выделяется большим разнообразием вторичного структурного рельефа (плато, террас, куэстоподобных форм, развитых на крутых склонах речных долин. Очень четко и хорошо выражена инсоляционная асимметрия склонов речных долин, проявляющаяся в виде наиболее крутых склонов южной и западной экспозиции. В целом, область отличается хорошей сохранностью древнего реликтового рельефа.

### ***II. Область развития среднего по высоте денудационно-аккумулятивного рельефа, с небольшим количеством реликтовых форм***

Область включает следующие районы в полосе распространения песчано-глинистых пород верхней юры и нижнего мела: Верхневятский (II-1), Свяго-Сурский (II-2), Бузулукский (II-3); в зоне развития глинисто-карбонатных отложений перми-нижнего триаса: Вятско-Камский (II-4) и Свяго-Кинельский (II-5).

В перечисленной группе районов наблюдается всплеск высокой интенсивности экзогенных рельефообразующих современных процессов. В породах выделенных комплексов очень активно протекают все процессы водной эрозии (овражной, почвенной, глубинной, боковой), склоновые гравитационные процессы (оползание, обваливание и осыпание, крип), абразия. Показатели интенсивности этих процессов в данном регионе являются наиболее высокими для всего востока Русской равнины.

Наличие в верхнепермском-нижнетриасовом комплексе карбонатных отложений обуславливает весьма интенсивное проявление химической денудации, нередко с образованием карстовых форм рельефа.

В данной группе районов протекает современное экзогенное рельефообразование, направленное на преобразование и переработку реликтового рельефа, древней оползневой морфоскульптуры, склонов речных долин. Интенсивность механической денудации, определенная по стоку взвешенных наносов, является максимально значимой ( $94,2 \text{ т/км}^2 \text{ год}$ ) для всей изучаемой территории. В бассейнах рек Вылы и Булы, сложенных песчано-глинистыми породами юрско-нижнемелового возраста, зафиксирован самый большой сток взвешенных наносов (соответственно  $540$  и  $530 \text{ т/км}^2 \text{ год}$ ) на востоке Русской равнины.

В выделенной группе районов очень активно протекают процессы водной эрозии (особенно овражной, почвенной, глубинной, боковой речной), сопровождающихся нередко интенсивным обваливанием и осыпанием грунта с бортов эрозионных форм. Исключительно активно проявляется оползневая деятельность. Интенсивная деятельность экзодинамических процессов обусловлена, с одной стороны, литологическими особенностями глинистых пород - слабой их водопроницаемостью, пластичностью и пр., а с другой - высокой степенью антропогенного изменения естественных ландшафтов. В районах с преобладанием глинисто-карбонатных пород верхней перми-нижнего

триаса наблюдается заметная ярусность рельефа и сохранность верхнего и нижнего плато с выходом устойчивых пород связана неплохая структурность рельефа, имеющая ограниченный характер. Территории с преимущественным развитием пород юры и нижнего мела отличаются полной аструктурностью рельефа, а водоразделы приобретают полого-волнистый морфологический облик. Их средняя высота уменьшается до 208м.

Весьма неоднозначно проявляется инсоляционная асимметрия склонов. Отсутствие крутых склонов и уступов определяет очень слабую ее выраженность в породах юры и нижнего мела. В отложениях перми-нижнего триаса инсоляционная асимметрия выражена более отчетливо.

### ***III. Область развития низкого аккумулятивного рельефа с широким развитием реликтовых эоловых форм***

Область объединяет крупнейшие районы распространения песчано-глинистых плиоценовых отложений вдоль левобережья р.Волги в Низком Заволжье: Малочеремшанский (III-1) и Иргизский (III-2), а также ряд более мелких относительно обособленных районов распространения песчаных и суглинистых отложений: Вятско-Чепецкий (III-3), Советский (III-4), Пижминский (III-5), Лобанский (III-6), Кильмезский (III-7), Марийский (III-8), Засурский (III-9), Черемшанский (III-10), Балаковский (III-11). Высотные отметки выделенных аккумулятивных равнин определяются условиями аккумуляции в различные эпохи плиоцена и плейстоцена и лишь в малой степени связаны с денудацией.

На рассматриваемой территории весьма активно протекают экзогенные процессы. Главная особенность их проявления заключается в большой дифференциации их скоростей, которая связана с механическим составом отложений и высокой антропогенной нагрузкой на выделенные районы.

Весьма неоднозначно проявляются все виды водной эрозии. В глинистых и суглинистых отложениях наблюдается их усиление, особенно овражной и боковой. В песчаных породах происходит затухание этих процессов. Вдоль побережий водохранилищ активно протекают процессы абразии, обуславливающие интенсивную переработку берегов.

В выделенной группе районов очень широко распространён реликтовый западинный рельеф с огромным количеством разнообразных по морфологии и морфометрии форм плейстоценовой эоловой аккумуляции-дюн. Достаточно чётко выражена климатическая асимметрия речных долин.

## **Заключение**

Представленное в данной работе изучение литологического фактора развития рельефа востока Русской равнины позволяет сделать несколько выводов:

1. Среди слагающих рельеф востока Русской равнины отложений выделено 8 литолого-стратиграфических комплексов пород, характеризующихся относительным единством состава, условий и времени образования. Пять из них имеют донеогеновый возраст и слагают

денудационный рельеф, три созданы преимущественно аккумуляцией в неоген-четвертичное время.

2. Литологический состав и физико-химические свойства пород совместно с неотектоническими движениями определяют высоты современного денудационного рельефа. В порядке уменьшения средних абсолютных высот лито-стратиграфические комплексы располагаются следующим образом: палеогеновый песчано-кремнистый (287м), каменноугольно-пермский карбонатно-сульфатный (260м), верхнемеловой карбонатный (236м), пермско-нижнетриасовый глинисто-мергельный (214 м), юрско-нижнемеловой песчано-глинистый (203м). Этот ряд характеризует общую устойчивость различных комплексов к механической денудации.

3. Оценка интенсивности процессов площадной и линейной эрозии, выполненная с помощью различных методов и показателей (сток взвешенных наносов, почвенная эрозия, густота и скорость роста оврагов, уклоны продольных профилей, скорость боковых смещений рек и др.), установили наибольшую противоэрозионную устойчивость палеогенового и карбон-пермского комплексов пород и наименьшую – юрско-нижнемелового и неогенового песчано-глинистых. Некоторые комплексы (четвертичный песчаный) пород устойчивы к площадной эрозии, но неустойчивы к линейной.

4. По интенсивности химической денудации, измеряемой денудационной составляющей стока растворенных веществ, расположение комплексов иное. Самая интенсивная химическая денудация наблюдается в карбон-пермском комплексе ( $33,2 \text{ т/км}^2$  в год). Затем следуют суглинисто-четвертичный ( $25,05 \text{ т/км}^2$  в год) и верхнепермско-нижнетриасовый ( $23,6 \text{ км}^2$  в год). Самая слабая химическая денудация характеризует комплексы палеогеновый ( $4,0 \text{ т/км}^2$  в год), неогеновый ( $8,9 \text{ т/км}^2$  в год). Таким образом, палеогеновый комплекс является самым устойчивым как к механической, так и к химической денудации.

5. В толще слагающих территорию осадочных пород донеогенового возраста выделяется 8 бронирующих пластов стойких к денудации пород регионального значения и 12 – местного. Они особенно часты в палеогеновом и карбон-пермском комплексах пород, наименее – в юрско-нижнемеловом. Препарировка этих пластов процессами механической денудации в течение неоген-четвертичного времени привела к образованию разнообразных реликтовых форм вторичного структурного рельефа: структурных террас и плато, куэстоподобных гряд, отпрепарированных валов, брахиантиклиналей и куполов.

6. Анализ всех данных о литологической обусловленности всех геоморфологических процессов структурных форм рельефа позволил впервые провести типологическое литолого-геоморфологическое районирование весьма обширной территории востока Русской равнины. В основу районирования положено распространение литолого-стратиграфических комплексов пород с характерными для них спектрами рельефообразующих процессов и структурных форм рельефа.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованные ВАК РФ:

1. Бутаков Г.П. Современная овражная эрозия на востоке Русской равнины / Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских**, Н.Н. Назаров, И.И. Рысин // Геоморфология, 1987, №2, - с.43-47.

2. Дедков А.П. Структурно - литологический фактор в формировании рельефа на востоке Русской равнины / А.П. Дедков, **А.П. Двинских** // Изд-во Вузов, сер. Геология и развед., 1995, - с.9-15.

3. Дедков А.П. Склоновая и пойменная дефлюкция в речных долинах востока Русской равнины / А.П. Дедков, **А.П. Двинских**, С.Г. Курбанова, В.И. Мозжерин, А.Н. Шарифуллин // Уч. зап. Казан. ун-та, сер. Естеств. Науки, 2008, т. 150, кн. 4, - с. 70-78.

4. Шарифуллин А.Н. Оценка величины подземного питания рек и родникового стока Республики Татарстан / А.Н. Шарифуллин, В.И. Мозжерин, В.В. Мозжерин, **А.П. Двинских**, Р.Р. Денмухаметов, С.Г. Курбанова // Уч. зап. Казан. ун-та, сер. Естеств. Науки, 2008, т.150, кн. 4, -с.78-85.

Из публикаций в других изданиях основными являются:

5. Бойко Ф.Ф. Районирование востока Русской равнины по интенсивности развития овражной эрозии / Ф.Ф. Бойко, Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских** // Актуальные проблемы комплексного экономического и социального развития регионов в свете решений XXVII съезда и XIX Всесоюзной партийной конференции. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1988, 52 С.

6. Бойко Ф.Ф. Овражная эрозия на востоке Русской равнины / Ф.Ф. Бойко, Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских**, А.П. Дедков, О.П. Ермолаев, Н.М. Коротина, Н.Н. Лаптева, В.И. Мозжерин, Н.Н. Назаров, И.И. Рысин, Р.М. Тукаев // 4-ая Всесоюзная научно- практическая конференция «Закономерности проявления эрозии и русловых процессов в различных природных условиях.» М.: Изд-во МГУ, 1987, - с.128-129.

7. Бутаков Г.П., **Двинских А.П.** Интенсивность современной овражной эрозии на территории Татарской АССР / Г.П. Бутаков, А.П. Двинских // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1987, - с. 170.

8. Бутаков Г.П. Анализ скоростей овражной эрозии в различных условиях востока Русской равнины / Г.П. Бутаков, Г.А. Бабанова, **А.П. Двинских**, Н.Н. Назаров, И.И. Рысин // Количественный анализ эрозионного рельефообразования. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1987, - с.77-89.

9. Бутаков Г.П. Интенсивность современной овражной эрозии на территории Татарской АССР / Г.П. Бутаков, А.П. Двинских // Информационные аспекты регионального природопользования. Саранск: Изд-во Мордов.ун-та, 1990, - с. 95-102.

10. Бутаков Г.П. Динамика овражной эрозии на востоке Русской равнины по результатам стационарных исследований / Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских**, Н.Н. Назаров, И.И. Рысин // Геоморфологические процессы и окружающая среда. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991, - с.26-28.

11.Бутаков Г.П. Многолетняя динамика овражной эрозии на территории Татарстана / Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских**, Р.М. Тукаев // Эрозиоведение: теория, эксперимент, практика. М.: Изд-во. МГУ, 1991,- с.30.

12.Бутаков Г.П. Интенсивность современной овражной эрозии на территории Татарской АССР / Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских** // Координационное совещание по проблеме эрозионных русловых и устьевых процессов. Ташкент, 1991,- с.12-13.

13.Бутаков Г.П. Мониторинг эрозионных процессов в республике Татарстан / Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских** // Геология и регион. Материалы международной научно-практической конференции. Пермь, Изд-во Пермского ун-та, 2002,- с.88-90.

14. **Двинских А.П.** Методика и изучение овражной эрозии для оценки природно-ресурсного потенциала территории / А.П. Двинских, О.П. Ермолаев // Изучение ресурсного потенциала территории. Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1987,- с. 139-144.

15.**Двинских А.П.** Стационарное изучение гравитационных склоновых процессов в Татарии / А.П. Двинских // Экзогенные процессы и окружающая среда. Казань: Изд-во. Казан. ун-та, 1988,- с.44.

16. **Двинских А.П.** Новая методика картографирования современных экзогенных процессов / А.П. Двинских, О.П. Ермолаев, В.И. Мозжерин, Р.М. Тукаев, И.А. Яруллин // Проблемы моделирования в геоморфологии. Подходы и методы. Новосибирск, 1990,- с. 115-117.

17.**Двинских А.П.** Литологический фактор проявления эрозионных процессов на востоке Русской равнины / А.П. Двинских // 11-е пленарное совещание межвузовского научно-координационного совета по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Казань: Изд-во Казан.ун-та, 1996,- с.54-56.

18.**Двинских А.П.** Состав пород и высота рельефа востока Русской равнины / А.П. Двинских, А.П. Дедков // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1996,-с.32-39.

19.**Двинских А.П.** Мониторинг экзогенных рельефообразующих процессов в Среднем Поволжье / А.П. Двинских, С.Г. Курбанова // География и региональные исследования. Материалы межрегиональной научно-практической конференции. Чебоксары: Изд-во. Чувашского ун-та, 2002, -с.46-48.

20.**Двинских А.П.** Литолого- геоморфологическое районирование территории востока Русской равнины / А.П.Двинских// Проблемы ландшафтоведения, физико- географического районирования и карстования. Казань, 2007,- с.79-86.

21.**Двинских А.П.** Литологическая обусловленность проявления крипа на склонах долин в Среднем Поволжье / А.П.Двинских, С.Г.Курбанова // Развитие рельефа равнин: геоморфологические и геоэкологические проблемы. Казань, 2007,- с.63-73.

22. **Двинских А.П.** Эрозия и сток взвешенных наносов малых рек в бассейне р. Волги / А.П. Двинских // География и туризм: современные проблемы и перспективы развития, 2010, вып. 1,- с. 149-152.

23. Дедков А.П. Как образовалась Самарская Лука? /А.П.Дедков, **А.П.Двинских** // Межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Ульяновск, 2005,- с.148-149.

24. Кологреев Г.Д. Роль различных противоэрозионных мероприятий в снижении интенсивности заиления прудов на территории Татарской АССР / Г.Д. Кологреев , **А.П. Двинских** // Проблемы комплексной географии. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1985,- с.48-53.

25. Мозжерин В.И. Закономерности развития крипа на востоке Русской равнины / В.И. Мозжерин , Г.П. Бутаков, **А.П. Двинских**, И.В. Глейзер, Р.М. Тукаев // Экзогенный морфогенез в различных типах природной среды. М.: Изд-во МГУ, 1990,- с.61-63.

26. Овражная эрозия востока Русской равнины / Науч. ред. А.П. Дедков. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991,- 141 С.

27. Яруллин И.А. Эколого – геоморфологический анализ состояния природной среды Предволжья / И.А. Яруллин, **А.П. Двинских**, О.П. Ермолаев, Р.М. Тукаев // Геоморфологические процессы и окружающая среда. Тез. Докладов международного симпозиума Казань-Волга. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991,- с.50-53.

28. **A.P.Dvinskih** and V.A.Yelkin. Conformities of Creeping development in the East of the Russian Plain // Landslides in research theory and practice, volume 1. Proceedings of the 8 International Symposium on Landslides held in cardiff on 26-30 june 2000, Thomas Telford, 2000, 493-494.