

МОРФОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

1. Сущность метода морфодинамического анализа

Из всего многообразия природных условий рельеф наиболее характерное и определяющее состояние поверхности городской территории. Он является важнейшим фактором, оказывающим непосредственное влияние на планировку, застройку и благоустройство города и, в конечном счете, на экономику строительства. При оценке территории основное внимание уделяется существующему рельефу. Определяют наличие и расположение водоразделов и тальвегов, основные направления стока поверхностных вод, участки территорий с различными уклонами, территории, требующие мероприятий по инженерной подготовке, и пр. В зависимости от этих и других факторов проводится функциональное зонирование территории и основные мероприятия, обеспечивающие использование территории в необходимых целях [1].

В данной работе излагается опыт использования метода морфодинамического анализа рельефа для целей генерального планирования на примере Ярославля – одного из типичных городов Центра и Севера Русской равнины. В основу анализа рельефа территории была положена методика выявления элементарных поверхностей по А.Н. Ласточкину [2], доработанная применительно к задачам оценки территории равнинного города. Данная методика по сути явилась развитием и продолжением существовавшей до того методики вырисовывания пластики рельефа ручным способом, имевшей широкое применение у почвоведов и ландшафтоведов. Однако она была, в известной степени, произвольной, а потому возникла необходимость в методике анализа рельефа, имеющей под собой четкое математическое обоснова-

ние. Смысл операции морфодинамического анализа заключается в выявлении в пределах геоморфологических поверхностей элементарных поверхностей, обладающих, в достаточной мере, неизменными характеристиками (уклон, литология, экспозиция). Согласно современной теории морфодинамического анализа, границами поверхностей служат структурные линии рельефа, которые подразделяются на несколько типов: килевые, гребневые, линии вогнутого и выпуклого перегибов.

Линия вогнутого перегиба – это линия, разделяющая участок крутого склона от участка пологого склона; в свою очередь, линия выпуклого перегиба, наоборот, находится на границе между пологим и крутым участками склона. Килевая линия проходит по наиболее пониженным участкам в рельефе, тогда как гребневая, по сути, есть водораздел. Гребневые и килевые линии отыскиваются методом пластики рельефа, смысл которого сводится к преобразованию континуума изогипс топокарты в дисконтинуум путем соединения точек перегиба каждой соседней разновысотной изогипсы (в точках нулевой кривизны) особой линией – морфоизографой, отделяющей выпуклости от вогнутостей [3]. В первую очередь на карте пластики изображается ложбинно-лощинная сеть и водоразделы разных порядков. Линии, проведенные по дну ложбин, как раз и являются килевыми линиями.

Основой для выполнения карты пластики рельефа служит исходная карта с изогипсами земной поверхности (горизонталями). Для работы по созданию карты пластики рельефа использовалась карта (план-схема) масштабом 1: 10000 с горизонталями, проведенными через 5 метров. Листы карты были сканированы,

а затем оттрассированы, то есть переведены в векторный формат при помощи графического редактора Corel Draw 7.0.

Следующим этапом работы стала «сборка» всех фрагментов карты в единое целое. Для этого применялось пошаговое соединение всех элементов карты в разных слоях. Соединение проходило в два этапа: сначала фрагменты были собраны в 12 листов, соответствующих листам плана-схемы, полученные таким образом листы «сшивались» в единую карту, на которой, в итоге, получили отображение следующие объекты: рельеф города в виде горизонталей и элементы гидрологической сети – Волги, ее притоки, а также русла ручьев.

Затем при помощи метода пластики рельефа выявлялась ложбинно-лощинная сеть.

Она фиксировалась по так называемым «заливам горизонталей», то есть искривлениям линии горизонтали, направленным вверх по склону. Предполагалось, что «серия» заливов – несколько подряд чередующихся изгибов – фиксируют определенную линейную отрицательную форму рельефа. Затем посредством вписывания в изгиб горизонтали окружности подходящего радиуса определялся «истинный» размер неровности. Края последовательно чередующихся окружностей соединялись по касательной, таким образом прорисовывались ложбины и лощины (килевые линии).

Водоразделы фиксировались по «мысам горизонталей» - искривлениям линии горизонтали, направленной вниз по склону. Итоговая линия водораздела проводилась исходя из того, что серия таких изгибов фиксирует положительную форму рельефа. Таким способом на карту были нанесены основные водоразделы и водоразделы более низких порядков (ребра – гребневые линии).

2. Типизация городского рельефа посредством морфодинамического анализа

На основании данных морфодинамического анализа (а также согласно

геологическим изысканиям) в первом приближении территория Ярославля представляет собой гетерогенное образование, которое может быть сведено к восьми генетическим типам геоморфологических поверхностей:

- ✓ современная пойма Волги и ее притоков
- ✓ первая надпойменная терраса аллювиального и озерного генезиса
- ✓ вторая надпойменная терраса сложного озерно-ледникового генезиса
- ✓ третья надпойменная терраса озерно-ледникового и флювио-гляциального генезиса
- ✓ холмисто-грядовая поверхность морены напора
- ✓ моренно-водно-ледниковое плато на двучленных отложениях
- ✓ равнина основной морены, сложенная суглинками.

В свою очередь, эти генетические поверхности были представлены нами в виде совокупности элементарных поверхностей, выделенных согласно описанной выше методике.

Морфодинамический анализ выявил следующую зависимость – чем сложнее поверхность по строению, тем большее количество типов элементарных поверхностей можно выделить в ее пределах.

Поскольку поверхности поймы, первой и второй речных террас достаточно однородны по характеру уклонов территории (слабонаклонные, почти плоские), то в качестве элементарных поверхностей выделялись локальные повышения и понижения в пределах основной поверхности (гривы и межгривные понижения на пойме, "дюны" и "западины" в пределах первой террасы).

Для других генетических поверхностей набор типов элементарных поверхностей заметно усложняется (Табл. 1).

Каждая из выделенных генетических поверхностей обладает специфическим строением и особенностями, во многом определявшими исторический

характер освоения (планировку, застройку, использование). Кроме того, литология и пластика рельефа генетических поверхностей во многом обуславливают развитие тех или иных неблагоприятных экзогенно-динамических процессов (подтопление, линейная и плоскостная эрозия, суффозия) а, следовательно, и проблемы существования городского ландшафта, необходимость реабилитации тех или иных элементов природного комплекса и потенциал конструирования новых ландшафтов «с заданными свойствами».

зия, суффозия) а, следовательно, и проблемы существования городского ландшафта, необходимость реабилитации тех или иных элементов природного комплекса и потенциал конструирования новых ландшафтов «с заданными свойствами».

Таблица 1

Типы элементарных поверхностей

<i>Генетическая поверхность</i>	<i>Элементы рельефа</i>
Современная пойма Волги и ее притоков	Основные поверхности пойменных площадок Гривы Межгривные понижения
Первая озерно-аллювиальная терраса Волги и ее притоков	Основная поверхность террасовой площадки «Дюны» - взбугренные поверхности «Западины» - обширные депрессии
Вторая озерно-ледниковая терраса Волги и ее притоков	Основная поверхность террасовой площадки Одиночные и групповые холмы Западины полусточные, сложной формы
Третья водно-ледниковая терраса Волги	Основная поверхность Останцы в виде наложенных холмов и гряд Фасы – прямые стенки вдоль уступа Ячейки стока с развитой многовершинной структурой
Моренно-водноледниковая равнина	Привершинные поверхности Субвершины Фасы Своды Вдолькилевые одиночные ячейки стока
Равнина основной морены	Привершинные поверхности Субвершины Фасы Слаборазветвленные вдолькилевые ячейки стока Рассеивающие стенки над субвершинами
Холмисто-грядовая морена напора	Рассеивающие вдольгребневые «отроги» Привершинные поверхности Субвершины Фасы Своды Ячейки стока сильноразветвленные

3. Неблагоприятные экзогенно-динамические процессы и их характеристика

Подтопление в пределах города связано в первую очередь с изменением режима Волги. После строительства каскада ГЭС (прежде всего Горьковской ГЭС) уровень воды в реке находится на постоянном высоком уровне, а волжские притоки в своем нижнем (приустьевом) течении находятся в состоянии подпора. В результате этого происходит поднятие уровня стояния грунтовых вод, что в значительной мере затрудняет поверхност-

ный сток на отдельных участках речной долины (например, при выходе водотоков с надпойменной террасы на пойму). Сезонные затопления поймы Волги повлияли на характер ее застройки. Исторически дома строились на возвышенных участках поймы (гривах), тогда как в межгривных понижениях находились сенокосы. Во многих местах заволжской части (например, в Тверицах) такой характер застройки сохранился и по сей день.

Кроме того, процесс подтопления наблюдается в местах существования

мелких водотоков (ручьев и мелких рек), в процессе освоения территории засыпанных и заведенных в коллекторы. Зачастую такие участки на карте выглядят как впадающие в Волгу или Которосль ложбины (обычно однорукавные, длиной в несколько сотен метров). Поскольку реконструкция ложбинно-лощинной сети города не проводилась, зачастую здания и сооружения возводились без учета направления стока. Некоторые естественные водотоки оказались перегороженными, что способствовало развитию процесса подтопления и в худшую сторону отразилось на устойчивости самих зданий.

Проявление *склоновых процессов* также приурочено, в первую очередь, к речным берегам, поскольку вне береговой линии территория города не имеет значительных уклонов.

Оползнеобразование связано со спецификой строения волжских берегов, где водоупорный горизонт находится на уровне уреза воды, что наряду с высоким уровнем стояния грунтовых вод становится решающим фактором в возникновении негативного процесса. Наличие склоновых процессов легко угадывается по эффекту «пьяного леса» и по хорошо заметным конусам выноса. Деревья играют двоякую роль в динамике склонов. При нагрузках (до известного предела) корневые системы выполняют функцию укрепления бровок коренных склонов и обрывов. Однако после того, как за пределами ряда посадок возникают трещины и формируются стенки обрыва или оползания, наличие деревьев на уступе приводит к тому, что грунт передвигается вниз по склону целыми блоками. Склоновые процессы активизируются в весеннее время и связаны в первую очередь с работой текучих талых вод. Проблему усугубляют повышенные, имеющие четкую сезонную направленность (весенне-летний период) нагрузки, связанные со стихийной рекреацией. В период максимального подъема уровня воды в реках

на процессы оползнеобразования оказывает влияние и волноприбойная деятельность.

Вытаптывание травяного покрова на склонах культурных набережных Волги и Которосли приводит к усилению интенсивности процессов *линейной эрозии*, когда вытоптанная тропка служит готовой ячейкой стока талых и дождевых вод. Не лучшим образом сказывается и несовершенство ливневой канализации, из-за чего большая часть стока осуществляется стихийно.

На слабонаклонных поверхностях, лишенных травяного покрова и нарушенных хозяйственной деятельностью (в частности при строительстве), наблюдается значительный *плоскостной смыв*. Особенно явно проявляется этот негативный процесс в местах высотной застройки, где придомовые пространства («газоны») полностью лишены травянистой растительности, вследствие вытаптывания. Потенциально предрасположенные плоскости смыва также хорошо фиксируются морфодинамическим анализом как «стенки» и «фасы» определенной крутизны, экспозиции и положения на склоне.

Значительные статические (связанные с плотностью застройки) и динамические (связанные с интенсивностью транспортных потоков) нагрузки, наряду с нарушением температурного режима грунтов, вследствие наличия отопительных сетей, ускоряют темпы естественного движения (*крипа*) территории. Кроме того, утечки из коллекторов и теплосетей, вибрационные и электромагнитные поля способствуют возникновению *суффозионных процессов*.

Для решения обозначенных проблем необходим комплекс инженерно-технических мероприятий, а также меры по сознательному конструированию ландшафтов (табл. 2), которые, к сожалению, до сих пор практически никак не планируются и не реализуются при градостроительном освоении территории

4. Характеристика основных генетических поверхностей территории г. Ярославля

Современная пойма Волги и ее притоков

Поверхность поймы в пределах города неоднородна и дифференцируется (по рельефу и условиям существования городского ландшафта) на 3 подтипа (рис. 1.):

✓ основная поверхность пойменных площадок, абс. выс. около 85-90 м., сложена песками желтовато-коричневыми, серыми, желтовато-серыми средней плот-

ности, водонасыщенными;

✓ гривы пойм, абс. выс. около 95-97,5 м., староосвоенные, с культурным слоем и отложениями супеси серой, голубовато-серой, желтовато-серой пластичной;

✓ межгривные понижения абс. выс. около 82,5-85 м., сложенные суглинками желтовато-коричневыми, серыми и темно-серыми с прослоями пылеватых песков, торфами низинными и верховыми буровато-коричневыми и темно-коричневыми, водонасыщенными.

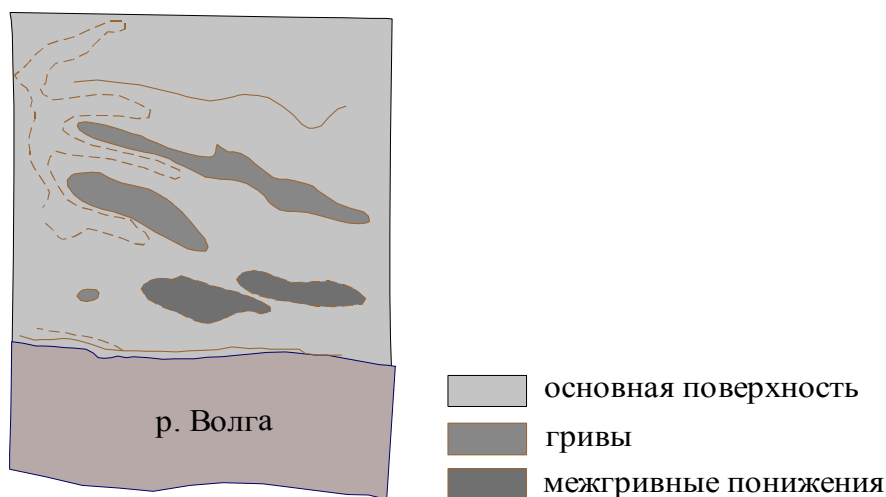


Рис. 1. Фрагмент поймы реки Волги с гривами и межгривными понижениями

Уклоны основной поверхности поймы небольшие – не превышают $0,5^{\circ}$; уклоны поверхности возрастают на гривах.

Современная пойма Волги и ее притоков даже в пределах старозаселенных участков города, прошедших разные стадии градостроительного освоения, является наиболее «живой» (в геологическом смысле) поверхностью. Основное неблагоприятное воздействие на территорию связано с подтоплением. Также дестабилизирующим фактором выступает недельное колебание уровня воды Волги, связанное с режимом работы на Рыбинской и Горьковской ГЭС.

Первая озерно-аллювиальная терраса Волги и ее притоков

В пределах первой надпойменной террасы отчетливо могут быть дифференцированы три подтипа поверхностей,

различающихся пластикой рельефа и литологией выстилающих грунтов (рис. 2.):

✓ основная поверхность террасовой площадки абс. выс. около 90-95 м., сложенная грунтами культурного слоя, а также супесью серой, голубовато-серой, желтовато-серой пластичной;

✓ "дюны" – взбугренные поверхности абс. выс. около 95-97,5 м., сложенные песками и супесями навейными средними и крупнозернистыми;

✓ "западины" - обширные депрессии террас абс. выс. около 85-87,5 м., выполненные торфами низинными и верховыми буровато-коричневыми и темно-коричневыми слабо разложившимися.

Основная поверхность также очень слабонаклонная – уклоны не превышают 1° .

Первая надпойменная терраса Волги и ее притоков, так же как и пойма, относится к площадкам древнейшего и раннего освоения и прошла несколько этапов использования (старый город, ремесленный посад, частная усадебная застройка). Часть территории до сих пор находится в зоне слабого инженерного обустройства (Краснопереконский район и прибрежные части Фрунзенского района).

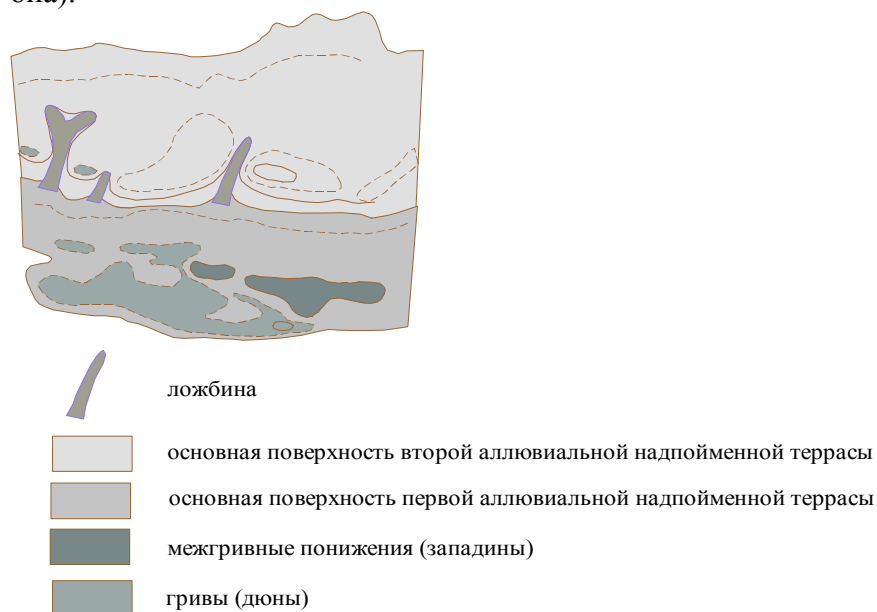


Рис. 2. Фрагмент первой и второй надпойменных террас

Вторая озерно-аллювиальная терраса Волги и ее притоков

В результате хозяйственного освоения территории рельеф данной зоны сильно изменен в направлении практически полного выравнивания. Тем не менее в пределах поверхности могут быть выделены следующие подтипы:

- ✓ основная поверхность террасовой площадки абс. выс. около 95-105 м., выполненная супесями желтовато-коричневыми, подстилаемыми, суглинками бурыми и серовато-коричневыми (занимает центральную часть города);

- ✓ одиночные и групповые холмы абс. выс. около 105 м. из песков пылеватых и мелких, желтовато-коричневых и

особенностью этой террасовой поверхности является то обстоятельство, что в своей тыловой части по всему протяжению волжской долины терраса является зоной разгрузки слабовыраженных ложбин и лощин вышележащей ступени рельефа, что особенно отчетливо выражено в строении заволжской части города. В этой связи можно предположить, что большая часть «дневных» русел этих водотоков была засыпана в ходе многовекового освоения, что, безусловно, ухудшило местные условия дренажа.

серых, водонасыщенных (в основном в заволжской части города на территории Яковлевского, Смоленского и Тверицкого боров);

- ✓ "западины" – полусточные, сложной формы, абс. выс. около 90 м., выровненные культурным горизонтом (насыпным или намывным грунтом);

- ✓ прилощинные поверхности с намывным и окультуренным почвогрунтом.

В пределах практически всей террасы верхние горизонты почвогрунтов подвергались неоднократной педотурбации и планации, вследствие этого унаследованный рельеф реконструируется недостаточно отчетливо.

Третья надпойменная озерно-

аллювиальная и водно-ледниковая терраса Волги

Генезис данной поверхности связан как с режимом длительного стояния Ярославско-Костромского послеледникового озера, так и с вполне очевидным воздействием водно-ледниковых потоков последнего оледенения. С последним обстоятельством связано наличие на основной поверхности террасы вытянутых вдоль по долине пра-Волги длинных узких гряд, возвышающихся над основным уровнем на 7.5-12.5 м. Третья надпойменная терраса является поверхностью, к которой привязаны верхние (тыловые) стороны элементарных ячеек стока. Последние, объединяясь в пределах террасы, образуют верхние части небольших речных бассейнов, тальвеги которых разгружаются на нижележащие террасы и современную пойму Волги и ее притоков.

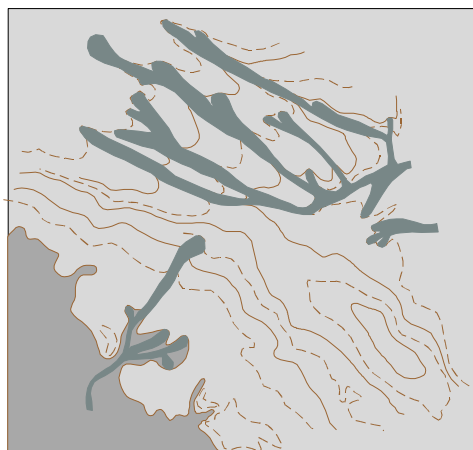
Поверхность третьей террасы может быть дифференцирована на следующие подтипы, различающиеся по услови-

ям стока, литологии грунтов и направленностью современных экзогенно-динамических процессов (рис. 3.):

✓ плато – основная поверхность террасы абс. выс. около 105-125 м., сложена покровными суглинками желтовато-коричневыми пластичными, полутвердыми;

✓ останцы в виде "наложенных" холмов и гряд абс. выс. около 127,5-130 м. схожего литологического состава;

✓ ячейки стока с развитой многовершинной структурой, выполненные глинами ленточными, коричневыми и различных оттенков, полутвердыми, местами тугопластичными и твердыми, с частыми прослоями пылеватых песков, массивными, интенсивно трещиноватыми; в пределах данного подтипа местами хорошо выражены каркасные элементы мезорельефа – гребни склонов (местные водоразделы, дробящие между собой мелкие ячейки стока), фасы (отдельные склоны, параллельные общему уступу террасы).



■ вторая надпойменная терраса
■ третья надпойменная терраса
— ложбина

Рис. 3. Третья надпойменная озерно-аллювиальная терраса Волги с разветвленными ячейками стока и частично сохранившимися холмами

Так же, как и предыдущие поверхности, терраса прошла длительный путь градостроительного освоения, в связи с чем ее мезо- и микрорельеф претерпел значительные изменения. К экзодинамическим процессам, осложняющим градостроительную ситуацию в зоне второй надпойменной террасы, следует отнести подтопление, вызванное выравниванием и без того плоской природной

основы рельефа, отсутствием ливневки на большей части поверхности и нарушением дренажа в ходе застройки, а также значительными объемами разгрузки поверхностных и грунтовых вод с выше лежащих моренных массивов и равнин.

Холмисто-грядовая морена напора (южное крестовское поднятие)

Господствующий над городом южный куполовидный массив является, судя

по всему, типичной мореной напора с чертами отторженца, что выражается в сложном многослойном строении самого массива и большом количестве включений в его тело грунтов дочетвертичной эпохи. С виду массив представляет собой купол – обширную возвышенность с выраженными достаточно крутыми склонами, сводовая часть которого разбита на отдельные холмы округлой формы, хаотично наложенные на «купол». Вдоль по простирацию купола хорошо читается гребень – местный водораздел.

В пределах поднятия расположены основные территории Фрунзенского района и часть Краснопереконского (вся Суздалка и Нефтестрой), здесь же находится и промзона НПЗ. Массив простирается на значительное расстояние и за пределы южной границы города.

Поверхность массива дифференцируется на отдельные пластические элементы, которые могут быть типизированы следующим образом (рис. 4):

- ✓ площадки привершинных поверхностей,
- ✓ своды и субвершины, сложенные планомерно и беспорядочно отсыпанными сухим способом естественными грунтами: суглинками, супесями, песками, а

также строительным и бытовым мусором,

- ✓ ячейки стока сильноразветвленные, выстланные песками серовато-коричневыми, желтовато-серыми, водонасыщенными, плотными, пылевато-мелкими и средней крупности,

- ✓ рассеивающие вдольгребневые "отроги" – местные водоразделы, составляющие каркас массива.

Абсолютные высоты достигают 185 м. Крутизна склонов непостоянная, средние уклоны около 1,5 градусов.

В отличие от предыдущих поверхностей морена напора осваивалась в основном уже в послевоенное время как площадка для возведения новых жилых районов, а также как территория активного и масштабного промышленного строительства. С этим связаны способы освоения – значительный объем перемещенных земляных масс, практически повсеместная планация, сопровождавшаяся срывом небольших превышений и погребением под привлеченным грунтом верхних звеньев гидрографической сети – ложбин и лощин. Тем не менее, местами массив сохранил значительные уклоны, а большая часть склонов купола имеет протяженность, приводящую к высокой экзогенно-динамической активности.



Рис. 4. Морена напора с привершинными поверхностями и субвершинами, с разветвленной ложбинно-лощинной сетью

Моренно-водно-ледниковая равнина (плато)

Поверхность сложного генезиса, связанная с перемывом поверхностных слоев донно-моренной равнины транзитными водами последующего оледенения, не покрывавшего непосредственно территорию города.

На данной поверхности расположена большая часть Северного жилого района, а также пос. Норское и окраинные, прилегающие к городу земли Ярославского МО. Морфологически территория представляет собой «почти равнину» с небольшим подъемом к центральной (северо-западной – в ориентировке города) части. Средние уклоны крайне невелики. К долине Волги равнина подходит как единая поверхность, фестончатый уступ которой нарушается «втянутыми» долинами мелких притоков и овражно-балочной сетью, связанной, по видимому, с антропогенным освоением последних веков.

Плато весьма слабо дифференцируется по пластике рельефа. Можно выделить:

- ✓ площадки привершинных поверхностей,
- ✓ одиночные вдолькилевые ячейки стока,
- ✓ ровные и очень пологие фасы, параллельные основному протяжению уступа, разделенные (но очень неявно в рельефе) отдельными вдольгребневыми элементами.

Абсолютные высоты 125-130 м. Средние уклоны незначительны – 0,15-0,20 градуса.

Территория осваивалась в основном уже в послевоенное время как застройка земель, прошедших сельскохозяйственную стадию использования. Основная

специфика связана с двучленным строением грунтовой толщи – залеганием водно-ледниковых покровных супесчаных отложений на цоколе из моренных суглинков и глин.

Равнина основной морены

Захватывает в основном буферные к городу территории Ярославского МО. На равнину основной морены попадают лишь самые восточные части жилого массива пос. Резинотехники – Сергейцево. Сама поверхность разделена на два почти правильной формы слабо выраженных в рельефе плосковершинных купола с очень постепенным подъемом к срединной центральной части отложений – в основном суглинков, переходящих в глины с гравием, галькой и включениями валунного материала. В пределах массива заложены верховые части ложбинно-лощинной сети, разгружающейся на плоскости нижележащих верхних террас долины Волги.

Максимальная высота около 140 м. Средние уклоны порядка 0,5 градуса.

В пределах генетической поверхности можно выделить элементы (рис. 5):

- ✓ площадки привершинных поверхностей,
- ✓ одиночные и слаборазветвленные вдолькилевые ячейки стока,
- ✓ ровные и пологие фасы,
- ✓ субвершины,
- ✓ останцы – фрагменты моренных отложений в пределах третьей волжской террасы.

Основными экзогенно-динамическими проблемами можно считать типичные для моренных поверхностей процессы подтопления, связанные с застоем атмосферных осадков, а также проблемы плоскостного смыва на нарушенных в результате хозяйственной деятельности землях.

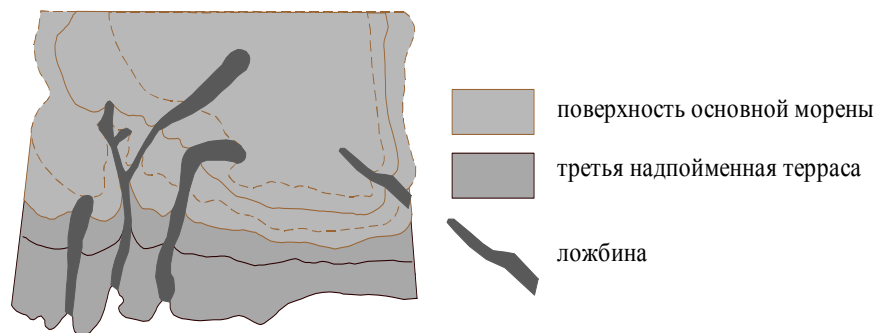


Рис. 5. Пологая поверхность основной морены с одиночными и слаборазветвленными ложбинами стока

Таблица 2

Неблагоприятные экзогенно-динамические процессы на территории города и средства, направленные на улучшение состояния среды

<i>Типы генетических геоморфологических поверхностей</i>	<i>Неблагоприятные проявления экзогенно-динамических процессов, осложняющие условия освоения и градостроительства</i>	<i>Основные средства реабилитации</i>
Первая аллювиальная терраса Волги и притоков	Склоновые процессы (оползни, осыпи, суффозия, медленный крип) Подтопление Линейная эрозия Плоскостной смыв	Регулирование размеров и сроков весенней сработки уровня Горьковской ГЭС с учетом интересов градостроительства в населенных пунктах верхнего бьефа Подсыпка уровня массива котлосельной поймы до значений, препятствующих ежегодному затоплению паводком, выявление локализации погребенных русел, старых участков ливневки и канализационных стоков для установки фильтров, канализирования и очистки стоков, устранение утечек из коллекторов
		Сохранение исторического характера планировки на современном этапе градостроительного освоения волжской поймы в районе отчетливого чередования грив и межгривных понижений, выполнение для таких участки специальных ландшафтно-мелиоративных проектов, сопутствующих проектам детальной планировки вновь строящихся кварталов или отдельных объектов, планирование и обустройство мест рекреации с целью реабилитации нарушенного ландшафта и дозирования рекреационной нагрузки Строгое соблюдение правил освоения водоохранной зоны, в особенности недопущение застройки капитальными сооружениями прибрежной ее полосы.

Вторая озерно-аллювиальная терраса Волги и ее притоков	Склоновые процессы (оползни, осыпи, медленный крип) Линейная эрозия Подтопление и заболачивание	Реконструкция исторической набережной реки Волги в пределах старого города Наведение порядка в водоохраных зонах (для начала – проектирование таких зон) вдоль русел самых малых притоков Волги и Которосли Реализация сложного комплекса исследования и работ по стабилизации морфолитогенной основы старого города Упорядочение подземного стока путем организации подземных глубоких дренажей вдоль русел погребенных рек Сохранение щадящего исторического характера нагрузки в ходе реконструкции старых кварталов за счет соблюдения норм плотности и выполнения ландшафтных проектов, сопровождающих ПДП квартала.
Третья озерно-ледниковая и аллювиальная надпойменная терраса Волги	Подтопление	Инженерно-технические мероприятия по созданию целесообразной дренажной системы
Холмисто-грядовая морена напора (южное крестовское поднятие)	Плоскостной смыв Линейная эрозия Локальное подтопление Медленный крип	Реабилитация дренажной сети Реконструкция придомовых пространств с залужением всех свободных «окон» грунта Прокладка боковых дренажей открытого типа вдоль наиболее проблемных тальвегов Реконструкция и укрепление отбойных стен и приборочных частей искусственных террас.
Моренно-водно-ледниковая равнина (плато)	Подтопление Местная линейная эрозия Плоскостной смыв	В первую очередь решение водоотведения с заболоченных и подтопленных территорий посредством дренажа. Усовершенствование системы ливневой канализации
Равнина основной морены	Подтопление Плоскостной смыв	Решение проблемы водоотведения с заболоченных и подтопленных территорий посредством дренажа. Усовершенствование системы ливневой канализации

Таким образом, метод морфодинамического анализа позволяет производить детальный анализ рельефа на уровне элементарных поверхностей. Применение метода возможно как на стадии предпроектной подготовки территории, так и при реконструкции уже существующей застройки. С учетом данных об интенсивности воздействия (статическими и динамическими нагрузками) на тер-

риторию возможно также проведение зонирования поверхностей по степени устойчивости, что в градостроительстве рассматривается как одно из свойств, определяющих степень благоприятности для строительства [4]. Также метод морфодинамического анализа позволяет прогнозировать развитие экзогенных процессов.

Библиографический список

1. Горохов В.А., Лунц Л.Б., Расторгуев О.С. Инженерное благоустройство городских территорий. М.: Стройиздат, 1985. С.389.
2. Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем). СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. С. 762 .
3. Степанов И. Н., Лошакова Н. А., Саталкин А. И., Андропова М. И. Составление почвенных карт с использованием системного картографического метода – пластики рельефа // Метод пластики рельефа в тематическом картографировании. Пушкино: Изд-во Научный центр биологических исследований АН СССР, 1987. С. 7-22.

4. Лихачева Э.А., Бахирева Л.В., Станковянски М., Урбанек Я. Оценка городской морфолитосистемы (на примере Москвы и Братиславы) // Геоморфология. 1991. № 1. С. 30-42.