

DOI 10.53278/2306-9139-2024-1-22-20-32

УДК 624.131.1; 502/504

АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ — ИЛЬМЕНСКИЙ ГЛИНТ

ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF A SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORY— ILMENSKY GLINT

© 2024 г. Л. П. Норова¹, М. Г. Цинкобурова², Д. М. Смирнов³, М. Л. Барановская⁴

© 2024 L. Norova, M. Tsinkoburova, D. Smirnov, M. Baranovskaya

¹Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Научный центр геомеханики и проблем горного производства, 21-я линия В.О., д. 2, Санкт-Петербург, 199106, Россия
Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, bld. 2, 21-st line, Saint-Petersburg, 199106, Russia

^{2,3,4}Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 21-я линия В.О., д. 2, Санкт-Петербург, 199106, Россия
Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, bld. 2, 21-st line, Saint-Petersburg, 199106, Russia

larisanorova@rambler.ru, maschek@mail.ru, dms-51@yandex.ru, mbaranovskaya@gmail.com

Аннотация. Ильменский глинт» на территории Южного Приильмения является комплексным протяженным памятником природы регионального значения, орнитологическим памятником международного значения. Этот ценный геологический объект активно разрушается и требует пристального внимания многих специалистов. В статье показано, что несмотря на хорошую доступность объектов исследования и имеющиеся научные работы разной тематики, не был сделан акцент на изучении геодинамической обстановки особо охраняемой природной территории — Ильменский глинт. Дана краткая качественная оценка состояния Ильменского глинта по результатам рекогносцировочных наблюдений. Рекомендован комплекс доступных мер для спасения этого уникального геологического объекта северо-запада России.

Abstract: Ilmensky Klint” on the territory of the Southern Ilmen region is a complex extended natural monument of regional importance, an ornithological monument of international importance. This valuable geological object is actively being destroyed and requires the close attention of many specialists. The article shows that despite the good accessibility of research objects and the existing scientific research on various topics, no emphasis was placed on studying the geodynamic situation of a specially protected natural area — the Ilmensky Klint. A brief qualitative assessment of the condition of the Ilmensky Klint is given based on the results of reconnaissance observations. A set of available measures is recommended to save this unique geological object in the north-west of Russia.

Ключевые слова: Ильменский глинт, Главное девонское поле, франский ярус, Ильменские и Бурегские слои, геологический памятник, особо охраняемая природная территория, гравитационные процессы, оползни, физико-механические свойства, подземные воды.

Keywords: Ilmensky klint, Main Devonian field, Frasnian stage, Ilmensky and Buregsky layers, geological monument, specially protected natural area, gravitational processes, landslides, physical and mechanical properties, groundwater.

Введение

В реестре особо охраняемых (ООПТ) природных территорий Новгородской области Ильменский глинт значится как комплексный памятник регионального значения. В Перечне уникальных геологических объектов России эта ООПТ значится как ключевая орнитологическая территория (имеет

статус международного значения) и геологический памятник (тип стратиграфический) регионального значения [13, 24].

Ильменский глинт — протяженный береговой обрыв южного берега оз. Ильмень; расположен в пределах Главного девонского поля (ГДП), занимающего юг Ленинградской области, Псковскую и северную

половину Новгородской области и характеризующегося как район распространения морских и лагунных пород девонской системы на северо-западе Русской плиты. Предпосылки современного облика поверхности рассматриваемой территории были созданы благодаря воздействию тектонических и денудационных процессов в кайнозойский (особенно четвертичный) этап континентального развития территории. Ильменский глинт как геологический памятник имеет особую значимость, благодаря уникальной для области плиты протяженности и обнаженности коренных пород, позволяющей проводить научные исследования разной тематики: геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические и т.д. Особую ценность глинту добавляет возможность вести мониторинг современных геологических процессов и явлений.

Несмотря на утвержденный статус памятника природы, в пределах Ильменского глинта наблюдаются активные деструктивные процессы, интенсивно изменяющие облик особо ценного геологического объекта [20]. К сожалению, детальные инженерно-геологические исследования в пределах описываемого объекта не проводились. Полученный авторами, в процессе рекогносцировочных исследований материал позволяет говорить о необходимости комплексной оценки геодинамической обстановки на потенциально опасных участках глинта.

Состояние изученности

Территория Южного Приильмения изучается еще с XVIII века. В 1765 г. «по поручению ее величества» Екатерины II в ходе историко-натуралистического путешествия по России на южном побережье озера Ильмень побывал академик И. Г. Леман. В 1805 г. на озере Ильмень проводил исследования русский естествоиспытатель Н. Я. Озерецковский (впервые описал породы, формирующие глинт) [15]. Г. П. Гельмерсен определил породы ГДП как девонские, показав их на Генеральной карте горных формаций России (1841 г.) [7]. Описания обнажений Ильменского глинта можно увидеть в работе знаменитого английского геолога Родерика Импи Мурчисона [14].

Дальнейший этап активного изучения ГДП пришелся на конец XIX века и связан с работами П. Н. Венюкова, посвященными детальному изучению девонских отложений европейской части России. П. Н. Венюков подробно палеонтологически охарактеризовал обнажения девона на реке Псиже и Ильменском глинте. [2].

В 20–30 годы XX в Р. Ф. Геккером и Д. В. Обручевым были выделены и описаны ильменские и бурегские слои [6]. В довоенное время изучением пале-

озойских пород Ленинградской области (в состав которой входили тогда также современные Псковская и Новгородская области) занимались проф. М. Э. Янишевский и его ближайший последователь и ученик Б. П. Асаткин. Так, в 1937 году под редакцией Б. П. Асаткина была опубликована геологическая карта (масштаб 1:100 000) южной части Ленинградской области. В 1951 г. была принята унифицированная стратиграфическая схема девона ГДП. Уникальные разрезы Ильменского глинта изучались на протяжении всех последующих лет (Геккер и др., 1941; Русецкая и др., 2013; Сорокин, 1978; Шишлов, 2015; Шишлов и др., 2014; Цинкобурова и др., 2023).

Инженерно-геологическое изучение пород девона ГДП было связано в основном с проектированием и строительством ряда районных гидроэлектростанций на малых реках района (Свирская ГЭС, малые гидроэлектростанции на р. Мста), при этом практический интерес с инженерно-геологической точки зрения представляла пестроцветная толща верхнего девона. Активное участие в изучении свойств пород этой толщи принимала инженерно-геологическая лаборатория Ленинградского горного института под руководством В. Д. Ломтадзе. Первая часть докторской диссертации В. Д. Ломтадзе (1958 г.) была посвящена региональным исследованиям наиболее широко распространенных в северо-западных районах Европейской части России глинистых отложений различной степени литификации, в том числе и девонских.

Краткая географическая характеристика территории

Основные орографические единицы северо-западной части Восточно-Европейской равнины — Прибалтийская низменность с абсолютными отметками до 100 м (в западной части равнины), и Валдайская возвышенность с отметками от 100 до 346 м. Широко распространены локальные низины, которые приурочены к долинам крупных рек и озер и изолированные небольшие возвышенности (рис. 1).

Так, территория вокруг озера Ильмень относится к Приильменской (Волхово-Ловатской) низине (абсолютные отметки от 18 м до 55–60 м) [4]. Равнинный характер рельефа исследуемой территории обусловлен почти горизонтальным залеганием осадочных пород и небольшой амплитудой тектонических движений. В ледниковый период основным фактором его формирования была аккумулятивная (в меньшей степени денудационная) деятельность ледников и их талых вод.

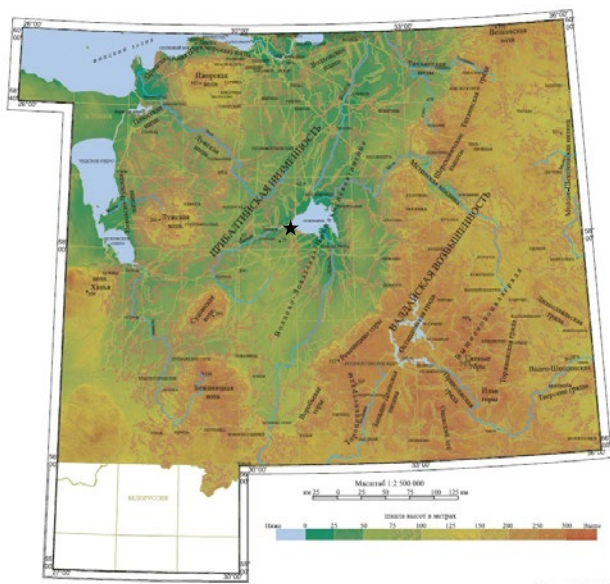


Рис. 1. Орографическая схема северо-запада
Восточно-Европейской платформы [3]
(положение Ильменского глинта ★)

Озеро Ильмень занимает понижение, образовавшееся еще в доледниковое время; обладает большой площадью поверхности (почти 1000 кв. км), но является относительно мелким, со средними значениями глубины около 2,6 м. Северный, восточный и западный берега озера Ильмень — более низменные и заболоченные. Протяженный участок южного берега, соответствующий Ильменскому глинту, являющемуся абразионным обрывом (типа клиф), резкий и обрывистый. Уровень воды озера может иметь значительные сезонные колебания: в весенний период площадь озера увеличивается за счет поступления воды из многочисленных притоков, в сухие периоды уменьшается. В озерный бассейн впадает около 50 рек (наиболее крупные из них — Ловать, Мста, Шелонь), а вынос вод в Ладожское озеро происходит через р. Волхов.

Материалы и методы

Авторами статьи выполнен анализ большого объема фондовых материалов по изучению геологических условий Главного девонского поля, в том числе особо охраняемой природной территории (ООПТ) Ильменский глинт. Полевой этап включал литолого-стратиграфические исследования разрезов ильменских и бургских слоев, опробование ильменских глин на оползневых склонах берегового обрыва оз. Ильмень, экспериментальные исследования их состава, состояния и физико-механических свойств, а также рекогносцировочные обследования участков с оползневыми явлениями.

Особенности геологических условий особо охраняемой территории- Ильменский глинт

Ильменский глинт, как и вся область Южного Приильменья, расположена в пределах северо-западного крыла Московской синеклизы. В этой области на поверхность выходят породы верхнего девона (франский ярус), перекрытые маломощным чехлом четвертичных отложений.

Породы девона сформировались в условиях мелководного эпиконтинентального морского бассейна и в разрезе представлены: нижней пестроцветной толщей (глинисто-песчаная толща среднего девона — эйфельский и живетский ярусы и нижняя часть франского яруса верхнего девона); глинисто-терригенно-карбонатными породами нижнего и среднего подъяруса франского яруса и верхней пестроцветной толщей — глинисто-карбонатно-терригенными породами верхнего подъяруса франского и фаменского ярусов.

Ильменский глинт является стратотипом для двух субрегиональных подразделений Главного Девонского поля (ГДП) — ильменских и бурегских слоев среднего франа девона. Разрез пород среднего и верхнего франа в районе Южного Приильмения соответствует трем циклам развития франского морского бассейна [18]. В обрыве глинта обнажаются глинисто-терригенно-карбонатные породы верхнего девона (средний подъярус франского яруса, семилукский горизонт, ильменские и бурегские слои, верхняя часть рдейской и бурегская свиты) (рис. 2).

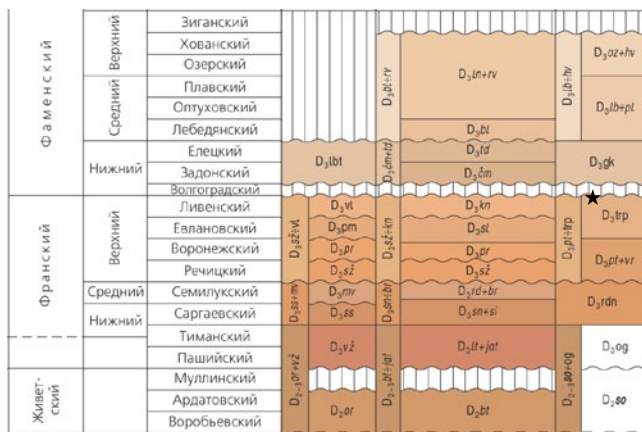


Рис. 2. Фрагмент схемы корреляции франских отложений, ГПК-1000-3, О-(35)36 [2] (стратиграфическое положение ильменских и бурегских слоев ★)

Ильменские слои, на западе описываемого района слагающие нижнюю часть обрыва глинта, представлены глинами, алевролитами и тонкозернистыми песчаниками, в основании обрыва глинта иногда наблюдаются редкие прослои глинисто-

органогенных известняков [19]. Основная часть берегового обрыва сложена известняками бурегских слоев, в составе которых можно выделить две четко различающиеся толщи. Нижняя представлена красноцветными брахиоподовыми ракушнями и верхняя — микритовыми известняками [17, 21]. При общем субгоризонтальном залегании пород девона в пределах глинта, так же, как и на прилегающей территории, наблюдаются единичные дислокации пород девона: брахиантиклинальные и флексурные осложнения моноклинали, осложненные разрывными нарушениями [22].

Четвертичный комплекс представлен отложениями верхнего плейстоцена, имеющими ледниковое, озерно-ледниковое и флювиогляциальное происхождение, а также голоценовыми образованиями озер, рек и болот.

Специфика гидрогеологических условий

Рассматриваемая территория Приильмения располагается в пределах северо-западного крыла Ленинградского артезианского бассейна [8]. Региональный базис дренирования — Финский залив. Обводненность связана как с отложениями четвертичного возраста, так и с дочетвертичными породами. К основным гидрогеологическим подразделениям дочетвертичного разреза, по данным Н. В. Капустиной, И. В. Баскова и Е. А. Шебеста и др. 2010 г, относятся: вендский водоносный комплекс (V) до 100 м., верхневендско-нижнекембрийский водоносный комплекс (V_2-E_1), кембро-ордовикский водоносный комплекс (E_1-O) до 145 м, ордовикский водоносный комплекс (O) до 126 м и водоносные комплексы девона (табл. 1).

Как показано выше, геологический разрез пород девона ГДП имеет четко выраженное трехчленное деление на нижнюю песчаниковую, карбонатную и верхнюю пестроцветную толщи. К нижней песчаниковой толще среднего и верхнего девона приуро-

чен Арукюлакско-аматский водоносный горизонт, к комплексу карбонатной толщи верхнего девона — Саргаевский и Бурегский водоносные горизонты¹, и комплексу верхней пестроцветной толщи верхнего девона (пестроцветные глины, алевролиты, песчаники) мощностью более 100 м — средне-верхнефранский водоносный горизонт. Водоносный комплекс нижней песчаниковой толщи среднего и верхнего девона характеризуется высокой водообильностью. С ним связаны Старорусское месторождение минеральных вод и проявления минеральных вод в бассейнах Шелони и Волхова [16]. В пределах Приильменской низины наблюдается самоизлив соленых вод нижней песчаниковой толщи среднего и верхнего девона. В водоносном комплексе карбонатной толщи верхнего девона наиболее водообильным является бурегский горизонт с удельными дебитами скважин в несколько литров в секунду (развит к югу от озера Ильмень). Водоносный комплекс верхней пестроцветной толщи верхнего девона имеет невысокую водообильность.

Вещественный состав девонских отложений характеризуется большим литологическим разнообразием (известняки, доломиты, песчаники, мергели, эвапориты, глины). Поэтому состав пресных вод здесь отличается некоторой пестротой, присутствием сульфатов и хлоридов при общем гидрокарбонатном составе. Мощность зоны пресных вод сравнительно невелика — до 100–200 м [8,9]. Пресные воды содержат четвертичные отложения и бурегские слои верхнего девона. Важной гидрогеологической особенностью является наличие гидравлической связи между водами четвертичных отложений и бурегским водоносным горизонтом, так как между ними нет регионального водоупора.

Котловина озера Ильмень служит областью региональной разгрузки подземных вод ГДП. Кроме того, она расположена в пределах уникальной с гидрогеологической точки зрения области —

Таблица 1. Гидрогеологические подразделения девонского разреза [8, 9]

Водоносные или водоупорные комплексы	Порода
Средне-верхнефранский водоносный горизонт — $D_{3fr_{2-3}}$	Пески, песчаники с прослоями алевролитов, глин, мергелей и известняка
Бурегский водоносный горизонт — D_{3br}	Известняки
Семилукский относительно водоупорный горизонт D_{2sm}	Глины, мергели с прослоями и линзами песков и известняков
Саргаевский водоносный горизонт — D_{2sr}	Известняки, доломиты, мергели с прослоями глин
Арукюлакско-аматский водоносный горизонт — $D_{3ar}-D_{2am}$	Пески, песчаники с прослоями глин, алевролиты и аргиллиты
Наровский относительно водоупорный горизонт — $D_{2ef2(nr)}$	Доломиты, известняки, мергели с прослоями глин

¹ Карбонатная толща представляет собой переслаивание известняков, доломитов, мергелей, глин. В Южном Приильмении в кровле толщи развит слой глин рдейской свиты мощностью до 20 м, перекрытых известняками бурегской свиты мощностью до 5–6 м. Суммарная мощность водоносного комплекса карбонатной толщи верхнего девона достигает 120 м.

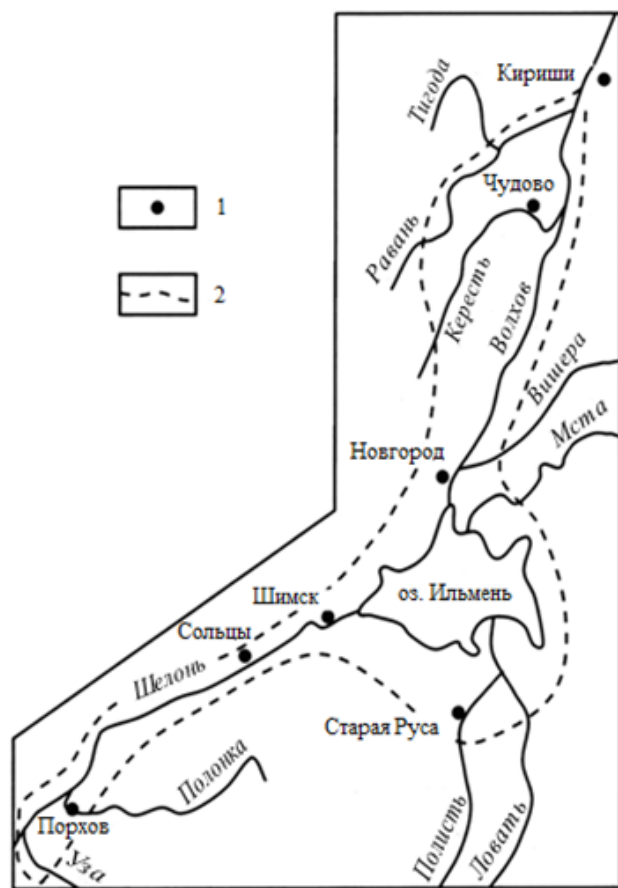


Рис.3 Приильменский очаг разгрузки минеральных вод [16]
1 — населенный пункт; 2 — контур очага

Приильменского очага разгрузки минеральных вод (рис. 3). В пределах этой области пьезометрическая поверхность водоносного комплекса нижней песчаниковой толщи девона и всех нижележащих водоносных комплексов располагается выше дневной поверхности, что обуславливает возможность их самоизлива почти в любой точке Ильменско-Волховской низины (этот водоносный комплекс — основной по ресурсам минеральных вод на рассматриваемой территории). Уровни воды устанавливаются выше поверхности земли на 14–16 м. Дебит скважин при самоизливе достигает 100 л/с [16].

Подземные воды характеризуются как соленые и рассолы ($18\text{--}20\text{ г/дм}^3$) хлоридного кальциево-натриевого состава. По международной классификации они относятся к хлоридно-натриево-кальциевой группе. При минерализации до $7\text{--}8\text{ г/дм}^3$ вода может использоваться как лечебная и питьевая [16]. Близкое расположение региональной области питания — Валдайской возвышенности и региональной области разгрузки — Ильменской котловины создают сложные условия взаимодействия пресных и соленых вод.

На территории ГДП насчитывается более 300 самоизливающих скважин. Большая их часть в Старой Руссе была пробурена еще в XIX веке. Например, Царицынский источник, один из основных минеральных источников Старой Руссы, был открыт путем бурения скважины для солеваренного завода в XIX веке (рис. 4). Вторым известным источником Старой Руссы является Муравьевский фонтан на территории санатория. Ежедневно только в Старой Руссе через естественные и искусственные источники может выбрасываться более 30 тысяч кубометров минеральной воды. С этим водным потоком в сутки из земных недр выносятся около 570 тонн различных солей [16].

На Руси солеварение приобрело широкую известность начиная с XV века. Для варки соли использовались подземные воды с содержанием хлоридно-натриевых солей до 20 мг/л . В 1625 г. в Старой Руссе насчитывалось более 500 варниц. В 1771 году здесь начал действовать крупный солеваренный завод (рис. 5). Только во второй половине XIX в производство соли в районе озера Ильмень прекратилось (на месте старых источников был основан санаторий).

Разгрузка соленых вод предопределила особенности химического состава поверхностных вод Приильменской низины. Так, в низовье реки Шелони в отдельные годы минерализация воды достигает $1,5\text{--}1,8\text{ г/дм}^3$ при содержании хлорид-иона до $0,8\text{ г/дм}^3$. В результате инфильтрации высокоминерализованных вод из фонтанирующих скважин, а также подтока минерализованных вод из старых скважин и источников, на исследуемой территории происходит также засоление грунтовых вод четвертичных отложений и бурегского



Рис.4 Царицынский источник (г. Старая Русса)
(фото авторов)



Рис. 5 Информационный стенд, посвященный варницам (фото авторов)

водоносного горизонта. На участках разгрузки, таким образом, важным вопросом является охрана соленых вод. Безграмотное бурение и безхозяйственная эксплуатация скважин и источников с соленой водой часто приносит ущерб самого разнообразного характера. Очаги разгрузки соленых вод и рассолов требуют изучения, организации постоянных режимных наблюдений, бережного отношения. Кроме того, в Старой Руссе свободно функционируют старые скважины (рис. 4), которые находятся в свободном доступе и, к сожалению, пока не предполагается на этом участке решение охранных вопросов. Дальнейшая работа этих скважин — пример экологической неадаптивности.

Характер и степень проявления гравитационных процессов в пределах Ильменского глинта

Несмотря на наличие паспорта особо охраняемой территории, геологический объект «Ильменский глинт» находится под угрозой разрушения. На современный вид этого уникального обнажения влияют такие процессы как выветривание, эрозия и локально развитые на склонах осыпи, обвалы, оползни и участки, находящиеся под угрозой обрушения. Наибольшую опасность состоянию Ильменского глинта, по данным наблюдений, оказывают гравитационные процессы.

На южном береговом уступе озера Ильмень, перекрывающие его четвертичные отложения маломощны и распространены неравномерно, поэтому нижележащие карбонатные породы подвергаются длительному воздействию атмосферных и поверхностных вод, активно развиваются процессы химического и физического выветривания. Так, по данным лабораторных исследований единичных образцов карбонатных пород, отобранных

из обнаженной части уступа, видно, что показатели физических свойств имеют более низкие значения: параметры плотности варьируют в значительных пределах: от $1,95 \text{ г/см}^3$ (плитчатый известняк) до $2,66 \text{ г/см}^3$ (плитчатый известняк с лито-и биокластами.); плотности минеральной части — от $2,70 \text{ г/см}^3$ (плитчатый известняк) до $2,81 \text{ г/см}^3$ (ожеженный ракушняк).

Наличие многочисленных трещин в карбонатных породах способствует общему увеличению трещиноватости всей толщи известняков. Это состояние наиболее выражено в известняках бурегской свиты, где наблюдаются тектонические, литогенетические трещины и трещины выветривания. При этом трещины разнонаправленные, доминируют субвертикальные трещины с шириной раскрытия до 15 см (рис. 6); образуются блоки оседания известняков, соскальзывающие вниз по смоченному водоупору поверхности глин, формируя коллювий, часто закрывающий нижнюю часть уступа глинта (рис. 7). В верхней части склона формируются трещины отрыва, крутые, ориентированные по его простиранию.

Хорошо видно, как поверхность нарушения проходит через карбонатные породы, согласно развитой трещиноватости, почти вертикально, пересекает песчаники, а затем проходит по их контакту с глинами.

Природные риски, воздействующие на породы, усугубляются техногенными факторами, в первую очередь, такими как перемещение сельскохозяйственных машин, автотранспорта туристов, часто доезжающих почти до бровки глинта.

Одной из причин, обуславливающих активное развитие оползневых процессов на Ильменском глинте, является наличие достаточно мощной глинистой толщи в основании берегового обрыва (глины ильменских слоев) (рис. 8) и деятельность подземных вод, присутствующих в известняках и песчаниках, которые при их разгрузке на обрывах смачивают поверхность нижележащих глин (по этой поверхности происходит сползание блоков карбонатных пород). На оползневых участках наблюдаются водопроявления в виде мочажин (рис. 9).

Сезонные колебания способствуют ослаблению прочности глинистых пород вследствие изменения их физического состояния при увлажнении, набухании, разуплотнении, оттаивании после промерзания, нарушении естественного сложения. Гравитационные процессы имеют более активный характер развития в весенний период.

Образцы глинистых пород были отобраны в долине р. Псижи (д. Буреге) (образец № 1) и



Рис. 6. Характер трещиноватости известняков бурегской свиты (фото авторов)



Рис 7. Блок оседания карбонатных пород в центральной части уступа «Ильменский глинт» (фото авторов)

в основании оползневого склона озера Ильмень (образец № 2). Это глина зеленовато-серая, с пятнами фиолетового цвета, с отдельными обломками известняка. Согласно гранулометрическому анализу, рассматриваемые образцы характеризуются как глина тяжелая. Обращает на себя внимание высокое содержание глинистых частиц (до 78%); диапазон варьирования пылеватых фракций составляет 21–28%, песчаные фракции практически отсутствуют (табл. 2).

Глины ильменских слоев, являясь породами достаточно уплотненными, имеют сравнительно умеренную естественную влажность, полутвердую и твердую консистенцию. В тоже время, в зоне нарушения (подошва оползня), по данным исследований глинистых образцов, величина влажности увеличилась и составила 35%, порода характеризуется как тугопластичная; плотность естественного сложения варьирует в пределах от 1,92 до 2,00 г/см³, плотность минеральной части



Рис. 8. Глины ильменских слоев в коренном обнажении склона (фото авторов)



Рис. 9. Мочажины в основании оползневого склона (фото авторов)

Таблица 2. Гранулометрический состав образцов глинистой породы (составлено авторами)

Номер образца	Содержание фракций в процентах, %							
	1,0–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,002	0,002–0,001	<0.001
№ 1	сл	сл	сл	1	9	12	22	56
№ 2			сл	1	15	13	20	51

Таблица 3. Продолжительность наблюдения и деформация набухания образцов глинистых пород (составлено авторами)

Продолжительность наблюдения, час	0	0,5	1,0	1,5	22,0	45,0	69,5
Деформация набухания, мм (обр.№ 1)	Залит водой	0,28	0,40	0,45	1,09	1,13	1,13
Деформация набухания, мм (обр.№ 2)	Залит водой	0,30	0,40	0,50	1,08	1,14	1,15

глин соответствует их минеральному составу и равна 2,73 г/см³.

Глины набухают и характеризуются средней водостойкостью. Средняя величина свободного набухания глин по результатам лабораторных исследований достигает 11%, влажность набухания образцов глин (№ 1–0,441 д.е., № 2–0,435 д.е.). Данные по набуханию приведены в таблице 3. Процесс

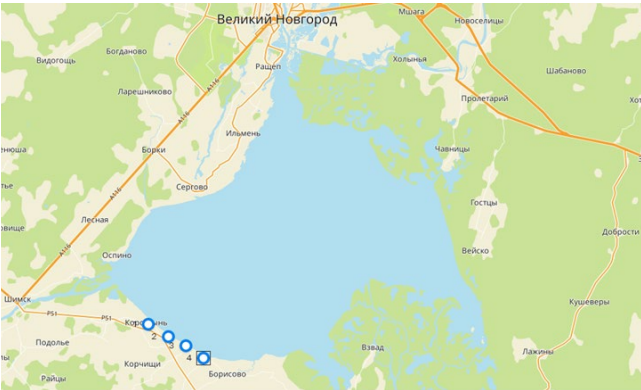


Рис. 10. Расположение оползневых участков Ильменского глинта: 1 — Коростынь, 2 — Пустошь, 3 — «Ласточкины гнезда», 4 — устье Псижи

набухания еще больше ослабляет связи в грунте, приводит к падению ее прочности.

На основе рекогносцировочных наблюдений, выполненных авторами на Ильменском побережье в различные периоды, была проведена качественная оценка устойчивости его склоновой части; условно выделено 3 участка, отличающихся друг от друга характером и степенью проявления оползневых процессов (рис. 10): участок № 1 — район д. Коростынь — д. Пустошь (устье реки Саватейки) протяженностью 2 км; участок № 2 — центральная

часть Ильменского глинта (устье реки Саватейки — главный спуск «Ласточкины гнезда»), протяженностью 2,6 км; участок № 3 — главный спуск — устье реки Псижи протяженностью 2,5 км. Ниже приведем краткую характеристику состояния склона на каждом участке.

Участок 1. Практически весь рассматриваемый склон имеет ярко выраженный оползневой характер, зафиксировано 6 оползневых подвижек (табл. 4). На этом участке, согласно наблюдениям местных жителей, наиболее часто они случаются в период ливневых дождей и таяния снега. Разрез (снизу вверх): 1) в нижней части голубые глины с прослоями пестроцветных (ильменские слои), закрыты оползневыми массами; 2) песчаники и алевролиты ильменских слоев; в пределах участка меняют свою мощность (от 1 до 4,5 м) и состав; местами слоистые, имеют тонкие глинистые прослои; в кровле песчаников фиксируются зоны увлажнения — выходы подземных вод; 3) брахиоподовый ракушняк (мощность 1,2м); является более прочным слоем по сравнению с вышележащими известняками; на контакте с нижележащими более слабыми песчаниками образуются глубокие ниши, что способствует обрушению блоков вышележащих карбонатных пород; 4) плитчатые известняки бурежского горизонта мощностью от 2 до 4 м; наблюдаются трещины субгоризонтальные, субвертикальные, северо-западного и северо-восточного направлений (в виде неправильной кирпичной кладки); по отдельным трещинам смещаются блоки карбонатных пород (видны гладкие стенки отрыва); 5) песчано-глинистые отложения ледникового генезиса с линзами гравийно-галечного материала; мощность этих отложений меняется вдоль склона и достигает 3 м.

К западу склон выполаживается, в разрезе наблюдаются преимущественно пестроцвет-

Таблица 4. Оползневой участок в районе д. Коростынь — д. Пустошь (устье реки Саватейки)
(составлено авторами)

Оползень	Описание
I-1	Оползень имеет ширину 50–60 м; видна крутая стенка отрыва карбонатных пород с наметившимися новыми блоками для обрушения; выше бровки коренного уступа зафиксированы трещины отрыва. Первая оползневая терраса представляет собой сместившийся блок карбонатных пород; вторая оползневая терраса — песчано-глинистая масса с обломками карбонатных пород и гравийно-галечных отложений, локальные участки покрыты осыпью.
I-2	Ширина оползневого участка 110 м. На расстоянии 9,7 м от береговой линии озера наблюдается мощный блок глинистой массы, образовавшей уступ высотой 8 м под углом 60°. На оползневом склоне видны трещины, локальные подвижки глинистых масс по склону.
I-3	Ширина оползня 70 м. В верхней части склон задернован. Отмечается значительная мощность четвертичных отложений. Склон пологий. В нижней части склона по всему оползневому участку наблюдаются свежие оплывины. По гладкой поверхности видны смещения глинистых масс. Свежие подвижки наблюдаются вдоль всего склона.
I-4	Оползневой участок находится в 105 м от предыдущего в сторону деревни Пустошь. В оползневом теле наблюдаются сместившиеся блоки песчаника, обломки известняка. Тело оползня задерновано.
I-5	Расположен в 100 м от предыдущей точки в сторону деревни Пустошь. В точке наблюдения — оползень асеквентного типа. Поверхность скольжения проходит по глине, наблюдаются свежие смещения почвенного покрова и делювиальных образований, уменьшается высота коренного уступа. Подошва оползня приурочена к основанию склона.
I-6	Оползень шириной 45 м расположен в 150 м от предыдущей точки наблюдения в сторону деревни Пустошь. Морфология оползня похожа на I-5. Оползень асеквентного типа, стабилизирован. Протяженность проявления активизации процесса на склоне порядка 130 м.



Рис.11. Морфология оползневого участка глинта на участке I
(фото авторов)



Рис.12. Общий вид оползневого склона на участке I
(фото авторов)

ные ильменские глины, перекрытые песчано-глинистыми отложениями четвертичного возраста. Факторы активизации: снеготаяние, сток дождевых и талых вод, абразия, разгрузка грунтовых вод. Примеры оползневых деформаций на участке I:

- крупный оползень в зоне расположения дислокаций (район д. Коростынь) был зафиксирован в июне 2005 г.; оползневые подвижки неоднократно возобновлялись, обрушались отдельные блоки карбонатных пород;
- обрушение береговой линии озера Ильмень (район д. Коростынь) произошло 27 апреля 2024 г. (данные информационного портала г. Старая Русса). На рисунках 11 и 12 показаны морфологические особенности оползневого склона (участок I).

Участок II. На участке зафиксировано 4 оползня, в основании склона всюду залегает толща зеленоватых ильменских глин (табл. 5). Кровля глинистого слоя расположена несколько выше уровня озера, а подошва опускается ниже его уровня. На глинах залегает: песчаник (ильменские слои), бургский известняк-ракушняк, бургский плитчатый и комковатый известняк и четвертичные отложения. Оползневые тела инсеквентного типа. Базис — урез оз. Ильмень. По ходу маршрута с западной части на восточную вдоль береговой линии оз. Ильмень меняется высота коренного уступа. Вдоль всего оползневого склона наблюдаются мочажины, фиксируются свежие оползневые тела (рис. 13, 14). Факторы активизации: снеготаяние и ливневые осадки, абразия.

Таблица 5. Центральная часть Ильменского глинта (устье реки Саватейки — главный спуск «Ласточкины гнезда») (составлено авторами)

Оползень	Описание
II-1	(100 метров от спуска). В коренном обнажении (сверху вниз): почвенно-растительный слой (0,0–0,4 м); известняки плитчатые бургских слоев (0,4–2,7 м); ракушняк (2,7–3,8); песчаник ильменских слоев (3,8–7,1 м). Оползневое тело имеет сложный бугристый рельеф. В теле оползня обломки известняка и глыбы песчаника. Вдоль всего оползневого склона наблюдаются мочажины.
II-2	300 метров от спуска «Ласточкины гнезда». Оползень шириной захвата 60–70 м. В оползневом теле глыбы опрокинутых блоков пород (песчаники и известняки). Коренной уступ частично обнажен. По простирацию оползня до т.н. II.3 фиксируются новые обрушения коренного склона.
II-3	Зафиксировано разрывное нарушение и складка с пологими крыльями. Угол наклона крыла складки 25°. В ядре складки: с восточной стороны песчаник, прикрытый делювием, с западной стороны фиксируется глина. На склоне оползневое тело повсеместно покрыто обломками карбонатных пород.
II-4	В точке наблюдения коренное обнажение плитчатых известняков с оползневыми смещенными массами у подножия склона. Пляжная зона 13–15 м. Сверху блоки карбонатных пород различного размера. Наблюдаются отдельные выходы подземных вод (локальное заболачивание пляжной зоны).



Рис. 13. Общий вид центральной части Ильменского глинта, нижняя часть разреза закрыта коллювиальными отложениями и задернована (фото Р. А. Щеколдина)



Рис.14. Фрагмент оползневого участка II (фото Р. А. Щеколдина)

Участок III. В береговом обрыве рассматриваемого участка обнажается следующая последовательность пород: в нижней части склона — пластичные синие глины (2,1 м), их перекрывают слоистые и косо-слоистые песчаники (1,1 м), выше плитчатый известняк (1,3 м), в голове оползня четвертичные отложения (0,5–0,6 м). Вдоль оползневого склона локально наблюдаются выходы подземных вод, фиксируются

свежие оползневые тела (табл. 6, рис. 15). Факторы активизации: снеготаяние и ливневые осадки, абразия. На территории Российской Федерации проводится мониторинг опасных экзогенных геологических процессов [25]. На южном побережье озера Ильмень выделены оползневой, осыпной и обвальный типы гравитационных процессов (рис. 16, табл. 7).

Таблица 6. Оползневой участок — главный спуск — устье реки Псижи протяженностью 2,5 км (составлено авторами)

Оползень	Описание
III-1	Спуск «Ласточкины гнезда». У подошвы оползня выход глины. Выше — песчаник, ракушняк и известняк плитчатый. На протяжении 50 м фиксируется понижение; у края берегового обрыва возможны трещины отрыва на расстоянии 1 м и 2 м.
III-2	200 м от спуска «Ласточкины гнезда» в восточном направлении. Ширина оползневого участка 25 м. В пределах оползня на расстоянии 1,5 м от бровки видно понижение. Вдоль оползня бровка уступа неровная. Поверхность уступа бугристая. Четко намечается новый блок смещения шириной 20–25 м; стенка отрыва в голове оползня. На расстоянии 235 м от точки III-1 наблюдаются бывшие немецкие окопы.

Таблица 7. Описание гравитационных процессов (осыпного, обвального и оползневого типа) в восточной части Ильменского глинта (фрагмент из таблицы интерактивной карты проявлений опасных экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации)
<https://egpmapold.geomonitoring.ru> [25]

Номер по таблице интерактивной карты; тип процесса	Местоположение (дата обследования)	Описание процесса
Проявление № 53.2023.748 (Осыпной)	Наговское с/п, д. Ретлё на ЮВ вдоль берегового склона оз. Ильмень	Вертикальный уступ (4–6 м), сложен трещиноватыми плитчатыми известняками бурегского горизонта, поражен оползневым процессом. Склоны свежие, не окисленные. Об активности процесса свидетельствуют многочисленные осыпные лотки в основании уступа, а также нависшие блоки и трещины в уступе длиной до 1,5 м. (Протяженность проявления процесса — 300 м, длина 20 м). Факторы активизации: сток дождевых и талых вод, выветривание, абразия. Воздействию подвержен Ильменский глинт — геологический памятник, а также земли водоохранной зоны озера Ильмень.
Проявление № 53.2023.743 (Обвальный)	д. Устрека, вдоль ул. Набережная (от ул. Заводская до ул. Зелёная)	Вертикальный уступ (от 3,5 до 4,4 м), сложен трещиноватыми плитчатыми известняками бурегского горизонта. Склоны свежие, не окисленные. Об активности процесса свидетельствуют свежие обломки известняка в основании уступа, а также нависшие блоки и глубокие трещины в уступе длиной до 3 м. (протяженность проявления 540 м, длина — 3 м). Разрушается Ильменский глинт — геологический памятник природы. Факторы активизации: техногенное воздействие, атмосферные осадки, абразия, сток талых и грунтовых вод. Базис развития — урез оз. Ильмень.
Проявление № 53.2023.747 (Оползневой)	Наговское с/п, д. Ретлё на СЗ вдоль берегового склона оз. Ильмень	Высота склона — 5–8 м; сложен в нижней части голубыми глинами с прослоями пестроцветных, в верхней — известняками бурегского горизонта и песчано-глинистыми отложениями. Оползневые процессы формируют оползневой фронт вдоль берегового уступа. Оползневые тела в средней и нижней частях склона свежие, влажные, что свидетельствует о недавнем пике активности процесса; формируются инсеквентные оползневые тела. Протяженность проявления — 230 м, длина до 20 м. Базис — урез оз. Ильмень. Факторы активизации: снеготаяние и атмосферные осадки, абразия. Наибольшее воздействие оказывается на земли водоохранного фонда и спусковые лестницы



Рис. 15. Оползневой участок в восточной части Ильменского глинта (фото авторов)

Согласно данным мониторинга, большинство оползней, возникающих в вышеописанных геологических условиях, относится к типу инсеквентных [25]. К настоящему времени разработано большое количество классификаций оползневых деформаций с учетом разных признаков. По классификации Г. С. Золотарева (1983) на береговом уступе озера Ильмень наиболее распространены оползни выдавливания блокового строения прочных пород с деформациями ползучести в глинистых отложениях (ильменские слои). Существуют и другие подходы к типизации такого рода ополз-



Типы гравитационных процессов	
	Оползневой
	Осыпной
	Обвальный

Рис. 16. Фрагмент интерактивной карты проявлений опасных экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации <https://egpmapold.geomonitoring.ru> [27]

невых процессов [10,11]. Можно предположить, что на всем протяжении Ильменского глинта, исходя из положения оползневых масс на склоне, формируются оползни сдвига, на отдельных участках, где в разрезе преобладают глинистые слои — оползни течения.
Вышеописанная геодинамическая обстановка в пределах Ильменского глинта приводит к посто-

явному изменению состояния особо ценного геологического объекта, изменению морфологии берегового обрыва, характера и степени обнаженности, утраты аттрактивности на отдельных участках глинта. К сожалению, хотя в настоящее время и уделяется внимание ООПТ [1,5], акцент исследований направлен на изучение опасных геологических процессов для объектов историко-культурного, а не природного наследия [12,23].

Выводы

Природные процессы, активно протекающие в пределах глинта, усугубленные достаточно интенсив-

ной антропогенной нагрузкой приводят к активному разрушению берегового обрыва и, тем самым, резкому изменению особенностей ООПТ.

Знакомство с геодинамической обстановкой береговой части озера Ильмень показало необходимость проведения комплексных мониторинговых наблюдений за состоянием этого памятника. На основании этих наблюдений можно будет выработать критерии для придания этой территории более высокого статуса и рекомендовать профилактические и ограничивающие мероприятия по защите глинта от современных опасных экзогенных геологических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архипенко Т. В., Матусевич Е. И. Экологическое состояние и угрозы уникальным природным комплексам ООПТ // LXXV Герценовские чтения. География: развитие науки и образования. Сб. научных статей, т. II. — 2022. — С. 16–20.
- Венюков П. Н. Отложения девонской системы Европейской России: Опыт их подразделения и параллелизации. — Санкт-Петербург: тип. В. Демакова, 1884. — 303 с.
- Вербицкий В. Р., Вербицкий И. В., Васильева О. В., Саванин В. В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 — Псков, (N-35), О-36 — Санкт-Петербург. Объяснительная записка. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. — 510 с.
- Вербицкий В. Р., Ненашев Ю. П., Журавлев А. В., Русецкая Г. А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). Серия Ильменская. Лист О-36-XIV (Великий Новгород). — СПб.: Изд-во ФГУП ВСЕГЕИ, 2007.
- Верниковская О. В. Научно-методические подходы к оценке антропогенного воздействия на особо охраняемые природные территории // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. — 2022. — Т. 256. — № 1. — С. 67–78.
- Геккер Р. Ф. Отложения, фауна и флора Главного девонского поля // Фауна Главного девонского поля. — М.-Л., 1941. — С. 17–84.
- Гельмерсен Г. П. Генеральная карта горных формаций Европейской России // Горн. журнал. — 1841. — № 4.
- Гидрогеологическая карта Ленинградского артезианского бассейна (основных дочетвертичных водоносных горизонтов). Лист О-35,36. Масштаб 1:500000. Составили Е. А. Шебеста, Н. Г. Андреева, А. С. Яновский и др. — Фонды ГП ПКГЭ МПР России. — 2007.
- Гидрогеологическая карта лист О-35-VI, масштаб 1:200000. Составили Н. В. Капустина, И. В. Баскова, Е. А. Шебеста и др. — Фонды ГП ПКГЭ МПР России. — 2010.
- Зеркаль О. В. Оползни скольжения и оползни сдвига: особенности развития и типизация // Инженерная геология. — 2021. — Том XVI. — № 1. — С. 38–58.
- Зеркаль О. В. Оползни течения: роль строения массивов грунтов в их формировании, особенности развития и типизация//Грунтоведение. — СПб, 2022. — № 1(18). — С. 3–23.
- Карфидова Е. А., Сизов А. П. Учёт риска негативных геологических процессов в сохранении историко- культурного наследия сверхкрупного города // Информационные ресурсы государственного кадастра недвижимости и территориального планирования в пространственном развитии государства. Коллективная монография под ред. А. П. Сизова. — М.: РУСАЙНС, 2021 — С. 55–60.
- Мищенко А. Л., Суханова О. В. Новгородская область // Ключевые орнитологические территории России. Том 1. Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России. — М.: Союз охраны птиц России, 2000. — С. 151–158.
- Мурчисон Р. И., Вернейль Ф. Э., Кейзерлинг А. А. Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского: в 2 ч. — СПб.: тип. ИАН, 1849. — Ч. 1. — 1141 с.
- Озерецковский Н. Я. Путешествие академика Н. Озерецковского по озерам Ладожскому, Онежскому и вокруг Ильменя: С 15 табл. — 2-м тис-

- нением. — Санкт-Петербург: Имп. акад. наук, 1812. — 560 с.
16. Редкие типы минеральных вод Среднерусского артезианского бассейна // Под ред. А. И. Короткова, А. А. Потапова, В. Г. Румынина. — СПб.: Наука, 2013. — 303 с.
17. Русецкая Г. А., Тарасенко А. Б., Вербицкий В. Р. и др. Стратотип бурегских слоев (франский ярус, главное девонское поле) // Литосфера. — 2013. — № 5. — С. 42–56.
18. Сорокин В. С. Этапы развития северо-запада Русской платформы во франском веке. — Рига: Зинатне, 1978. — 282 с.
19. Тарасенко А. Б., Шишлов С. Б. Литолого-генетические особенности ильменских и бурегских слоев франского яруса в районе южного берега озера Ильмень // Региональная геология и металлогения. — СПб, 2012. — № . 49. — С. 47–55.
20. Цинкобурова М. Г., Норова Л. П. О выделении геологических памятников регионального значения Главного девонского поля // Известия Русского географического общества. — 2023. — Т. 155. — № 1. — С. 73–88.
21. Шишлов С. Б., Журавлев А. В., Родина Т. С. Строе-ние и генезис ракушняковых известняков бурег-ских слоев в стратотипической местности (фран-ский ярус, южное побережье озера Ильмень) //Региональная геология и металлогения. — 2014. — № 58. — С. 45–53.
22. Шишлов С. Б. Складчатые и разрывные дефор-мации верхнего девона на территории Южного Приильмения (северо-запад Русской плиты) //Региональная геология и металлогения. — 2015. — № 61, С. 21–26.
23. ГОСТ 55945-2014. Общие требования к инже-нерно-геологическим изысканиям и исследо-ваниям для сохранения объектов культурного наследия. — М.: Стандартиформ, 2014. — 29 с.
24. Ильменский глинт //Справочно-поисковая система «Уникальные геологические объекты России» <http://www.geomem.ru/Ilmenskij-glint> дата обращения (дата обращения 11.03.2024).
25. Интерактивная карта проявлений опасных экзо-генных геологических процессов на террито-рии Российской Федерации. <https://egpmapold.geomonitoring.ru>. (дата обращения 21.05.2024).