

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2025, Том 17, № 6 / 2025, Vol. 17, Iss. 6 <https://esj.today/issue-6-2025.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/71NZVN625.pdf>

1.6.21. Геоэкология (геолог минералогические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Саркисов, Г. А. Эколого-геологические условия участка Юго-Востока Камчатки в связи с перспективой хозяйственного освоения / Г. А. Саркисов, Е. В. Станис, Ю. А. Саркисова // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/71NZVN625.pdf>.

For citation:

Sarkisov G.A., Stanis E.V., Sarkisova Yu.A. Ecological and geological conditions of the South-Eastern part of Kamchatka in connection with the prospect of economic development. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(6): 71NZVN625. Available at: <https://esj.today/PDF/71NZVN625.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 550.8.01; 550.8.05

Саркисов Георгий Александрович

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия

Старший преподаватель

Кандидат геолого-минералогических наук

E-mail: sarkisov_ga@pfur.ru

ИСТИНА: <https://istina.msu.ru/workers/10912041>

Google Академия: <https://scholar.google.ru/citations?user=OwYaHEgAAAAJ>

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Sarkisov-Georgij?ev=hdr_xprf

Станис Елена Владимировна¹

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия

Профессор

Кандидат технических наук

E-mail: stanis-ev@rudn.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3306-4329>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=569611

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Elena-Stanis>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=6506833438>

Google Академия: <https://scholar.google.ru/citations?user=6FV0h-oAAAAJ>

Саркисова Юлия Александровна

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия

Ассистент

E-mail: sarkisova_yua@pfur.ru

ИСТИНА: <https://istina.msu.ru/workers/8864350>

Эколого-геологические условия участка Юго-Востока Камчатки в связи с перспективой хозяйственного освоения

Аннотация. Индустрия туризма может стать мощным катализатором для динамичного социально-экономического роста на региональном уровне. В статье дана оценка эколого-геологических условий с акцентом на инженерно-геологические условия юго-востока Камчатского полуострова в связи с перспективой хозяйственного освоения. В работе рассмотрены условия Елизовского района Камчатского края в северной части хребта Поперечный и на вулкане Вилючинская Сопка. Объектами исследования являлись компоненты инженерно-геологических условий. Авторами

¹ <https://rudn.academia.edu/ElenaStanis>

рассмотрены особенности инженерно-геологического строения изучаемой территории, условия залегания, физические и физико-механические свойства грунтов. Выявлены и рассмотрены основные эндогенные и экзогенные геологические процессы, их площадная распространённость и интенсивность проявления как в настоящий момент, так и в процессе антропогенного освоения территории. Оценены природно-экологические параметры исследованного участка. По результатам полевых работ в геологическом строении района работ до глубины 40,0 м выделено 15 инженерно-геологических элементов: 3 из которых — песчаные, 7 — глинистые, 3 — крупнообломочные, 2 — скальные. В статье показано, что в геологическом строении территории, преимущественно участвуют крупнообломочные грунты и глинистые грунты твердой и полутвердой консистенции. Эти грунты обладают достаточно высокими прочностными и деформационными свойствами и могут служить надежным основанием для фундамента проектируемых зданий и сооружений. Авторы показывают, что наиболее неблагоприятным фактором, который может оказать негативное воздействие на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, является высокая сейсмичность.

Ключевые слова: Камчатка; эколого-геологические условия; инженерно-геологические условия; свойства грунтов; природно-экологические параметры; геологические процессы; хозяйственное освоение; сейсмичность

Введение

Камчатский полуостров в последние годы стал исключительно привлекательным объектом для туристов России и всего мира. Индустрия туризма может стать мощным катализатором для динамичного социально-экономического роста на региональном уровне. При этом изученность различных аспектов как природной обстановки, так и геоэкологических условий является крайне недостаточной для разработки и принятия крупных проектных решений в области строительства и освоения территории.

При освоении территории потребуются создание дорожно-транспортной сети и комплекса современных объектов для отдыха и туризма. Также необходимо строительство жилого фонда и других инфраструктурных объектов, для нормального современного функционирования территории. При этом должны учитываться сложные природные и инженерно-геологические условия, являющиеся основной составляющей инженерно-экологических условий предполагаемой территории освоения ввиду ее географического положения, истории геологического развития, азональных и зональных факторов формирования геоэкологической обстановки.

В нашей работе рассмотрены условия Елизовского района Камчатского края в северной части хребта Поперечный и на вулкане Вилучинская Сопка (рис. 1).

С экологических позиций условия территории осложнены тем, что большая часть Елизовского района принадлежит к охраняемым природным территориям. В их числе Кроноцкий биосферный заповедник, Федеральный зоологический заказник «Южно-Камчатский», а также 7 заказников, 2 природных парка и несколько десятков памятников природы краевого подчинения.

На территории района расположены 20 из 29 действующих вулканов Камчатки, среди которых Кроноцкая Сопка, Корякская Сопка, Авачинская Сопка, Мутновская Сопка и другие.²

На этой территории планируется создание туристических и рекреационных комплексов круглогодичного использования.

² Рувики. Елизовский район. Режим доступа: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Елизовский_район (дата обращения: 08.12.2025).

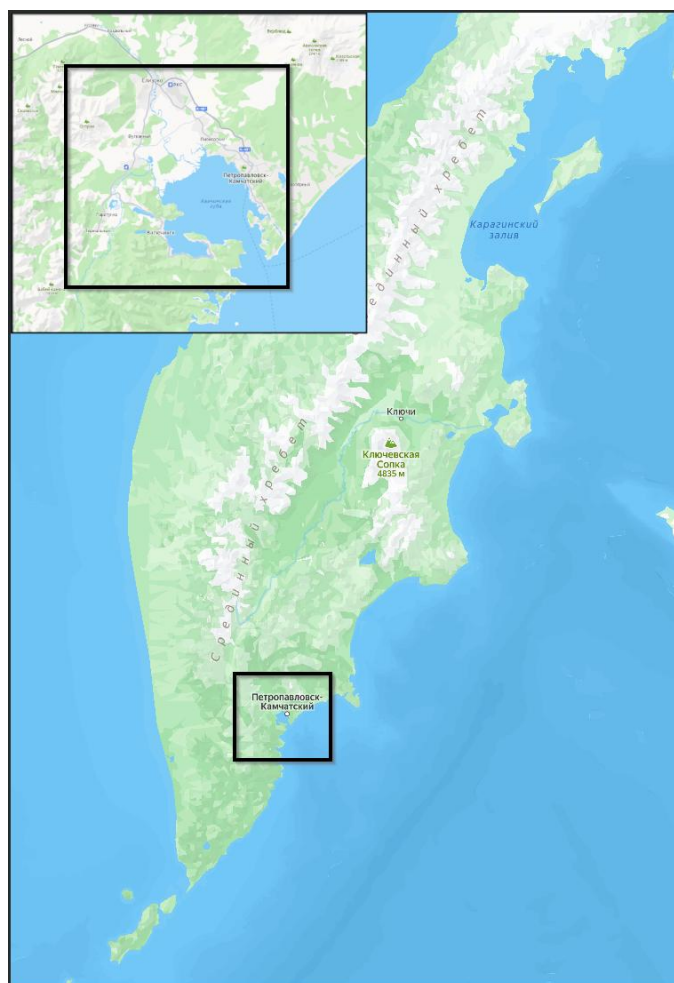


Рисунок 1. Территория предполагаемого строительства и проведения инженерных изысканий (составлено автором на основе карт компании Yandex)

В связи с этим необходимо провести анализ текущего состояния природной среды, и, прежде всего, эколого-геологических условий, с учётом планов по строительству различных объектов. Для оценки эколого-геологического состояния района и его возможного изменения при строительстве и освоении территории были проведены инженерно-геологические исследования в соответствии с СП 14.13330.2018.³

Целью данного исследования была оценка состояния геологических (в первую очередь, инженерно-геологический) условий участка возможного освоения, как ведущих компонентов эколого-геологических условий. Такая оценка, безусловно, необходима для принятия оптимальных проектных решений именно в данных конкретных условиях, и минимизации негативных экологических последствий как при строительстве, так и при эксплуатации зданий и сооружений, входящих в состав туристско-рекреационного комплекса при дальнейшем хозяйственном освоении территории.

Изученность вопроса

Поскольку при начале подробного геологического изучения Камчатского полуострова не предполагалось развернутое освоение и гражданское строительство, то первоначально в 1956–1992 гг. геологическое изучение территории было комплексным. С одной стороны,

³ СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах СП.2018.

следует выделить огромный пласт работ, посвященных вулканической и тектонической активности полуострова.⁴ К настоящему времени реконструирована эруптивная история большинства голоценовых вулканов [1] и крупнейшие эруптивные события плейстоцена [2; 3]. Дана характеристика параметров Курило-Камчатской зоны субдукции [4; 5], и ее сейсмогенерирующего потенциала [6; 7]. Безусловно, геодинамика и вулканизм Камчатки играют огромную роль в формировании эколого-геологических условий территории, и прежде всего через опасные геологические процессы.

С другой стороны, изучение было направлено на исследование наличия всех видов полезных ископаемых, что являлось важной народнохозяйственной задачей. Основной объем исследований выполнялся силами Камчатского территориального геологического управления (КТГУ), частично — Производственными геологическими управлениями (ПГО) «Сахалингеология» и «Аэрогеология». Отраслевые и академические институты (Всероссийский научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ), Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН), Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ) и др.) выполняли только тематические исследования. ВСЕГЕИ выполняли картосоставительские работы (лист N-(56),57).

Были составлены следующие карты с объяснительными записками:

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Южно-Камчатская. Листы N-57-XXI (северные Коряки), N57-XXVII (Петропавловск-Камчатский), N-57-XXXIII (сопка Мутновская).⁵
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Камчатская. Лист N57 — Петропавловск-Камчатский.⁶
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Курильская. Лист O-57 — Палана.⁷

Инженерно-геологическая обстановка района была оценена при подготовке издания Государственной геологической карты Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Южно-Камчатская. Лист N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский) в 1998 г.⁸

В последние годы изучением инженерно-геологических особенностей полуострова Камчатка занимается коллектив авторов геологического факультета МГУ имени Ломоносова Фролова Ю.В., Ладыгин В.М. Чернов М.С., Большаков И.Е. [8–11].

⁴ Зеленин Е.А. «Активная разломная тектоника областей современного вулканизма Камчатки». Автореферат дисс на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М, 2018. 25 с.

⁵ Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Южно-Камчатская. Листы N-57-XXI (северные Коряки), N57-XXVII (Петропавловск-Камчатский), N-57-XXXIII (сопка Мутновская). Объяснительная записка. М. 2000. 302 с.

⁶ Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Камчатская. Лист N57 — Петропавловск-Камчатский. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ. 2006. 376 с.

⁷ Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Курильская. Лист O-57 — Палана. Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2013. 296 с.

⁸ Геологическая карта: N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский). Государственная геологическая карта Российской Федерации. Южно-Камчатская серия. Геологическая карта, масштаб: 1:200 000, серия: Южно-Камчатская, составлена: ОАО Камчатгеология, редактор(ы): Марковский Б.А. 1996.

Материалы (объекты) и методы

Объектами исследования являлись компоненты инженерно-геологических условий (геологическое строение, рельеф, гидрогеологические условия, современные геологические процессы, свойства грунтов) исследуемой территории. ландшафтная структура исследуемой которой характеризуется следующими природными особенностями: расположением в зоне активного вулканизма и в зоне влияния Тихоокеанских воздушных масс. Рельеф территории, сильно расчленённый с абсолютными отметками вершин 83,96 — 180,72 м.

Для решения поставленной цели использовался комплекс методов, который включал в себя:

- полевые исследования;
- бурение скважин и отбор проб грунта;
- инженерно-геологическая съемка;
- лабораторные исследования;
- интерпретацию и систематизацию полученных данных.

Для характеристики инженерно-геологических условий были проанализированы результаты бурения более 50 инженерно-геологических скважин глубиной до 40,0 м и более 500 результатов лабораторных исследований образцов грунтов.

Результаты исследований

Геологическое строение. Принципиальный инженерно-геологический разрез участка приведен на рисунке 2.

По результатам полевых работ в геологическом строении района работ до глубины 40,0 м принимают участие четвертичные отложения различного генезиса, подстилаемые миоценовыми отложениями вулканического комплекса ильинской свиты. Всего было выделено 15 инженерно-геологических элементов (далее — ИГЭ): 3 из которых — песчаные, 7 — глинистые, 3 — крупнообломочные, 2 — скальные.

Четвертичные образования:

Неоплейстоцен. Верхнее звено. Четвертая ступень.

Нерасчлененные аллювиальные и пролювиальные отложения (a,pQIV) отложения приурочены к речной долине р. Паратунка и слагают пойму и надпойменные террасы, а также распространены на склонах возвышенностей. На участке изысканий распространены повсеместно и представлены:

- песком средней крупности, рыхлым, малой степени водонасыщения ниже УГВ — водонасыщенный, с прослоями песка мелкого, с включением до 10 % гравия (ИГЭ 1а);
- песком гравелистым, рыхлым, малой степени водонасыщения ниже УГВ — водонасыщенный, с прослоями песка крупного, с включением до 25 % гравия (ИГЭ 1б);
- песком пылеватым, рыхлым, малой степени водонасыщения, с включением до 10 % гравия, с примесью органического вещества (ИГЭ 1в);
- супесью пылеватой, твердой, с включением до 25 % гальки, гравия (ИГЭ 2а);

- супесью пылеватой, пластичной, с включением до 25 % гальки, гравия (ИГЭ 2б);
- суглинком тугопластичным песчанистым, легким, с включением до 25 % гальки, гравия (ИГЭ 3а);
- суглинком мягкопластичным, пылеватым, легким, с прослоями суглинка текучепластичного, с примесью органического вещества, с включениями до 15 % гальки, щебня (ИГЭ 3б);
- суглинком полутвердым, легким пылеватым, с прослоями суглинка твердого, с включением до 10 % гальки, гравия (ИГЭ 3в);
- гравийно-галечниковым грунтом с глинистым заполнителем до 40 %, с прослоями песчаного заполнителя, малой степени водонасыщения ниже УГВ — водонасыщенным, с включениями валунов (ИГЭ 4а);
- дресвяно-щебенистым грунтом с глинистым заполнителем до 25 %, с прослоями песчаного заполнителя, малой степени водонасыщения ниже УГВ — водонасыщенным, с включением валунов (ИГЭ 5а);

Кровля отложений залегает на абсолютных отметках в пределах 83,83 м — 128,11 м.

Общая вскрытая мощность данных отложений достигает 19,5 м.

Делювиальные отложения dQIV.

Данные отложения распространены на участке работ на склонах хребта Поперечный.

Отложения представлены суглинком щебенистым, полутвердым, легким пылеватым, с прослоями суглинка тугопластичного и супеси твердой, с включением до 15 % дресвы (ИГЭ 11а).

Абсолютные отметки кровли делювиальных грунтов изменяются в диапазоне 134,52–180,72 м. Вскрытая мощность отложений достигает 6,4 м.

Элювиальные отложения eQIV(N2k).

Элювиальные грунты на территории изучаемой площадки представляет собой обломочной зоной коры выветривания. Данные отложения распространены повсеместно и представлены щебенистым грунтом с глинистым заполнителем до 25 %, малой степени водонасыщения, ниже УГВ — водонасыщенный, обломочный материал представлен туфами и туффитами низкой прочности (ИГЭ 6а) и суглиноком тяжелым песчанистым, тугопластичным с прослоями мягкопластичных и полутвердых, с включением щебня до 25 % (ИГЭ 6б).

Абсолютные отметки кровли отложения расположены в диапазоне 70,26–179,12 м. на глубинах от 1,4 до 32,9 м. Грунты подстилаются на абсолютных отметках 62,0–166,69 м. на глубинах от 1,4 до 40,0 м скальными грунтами, представленными туфами и туффитами карымшинского вулканического комплекса.

Максимальная вскрытая мощность отложений составляет 36,0 м.

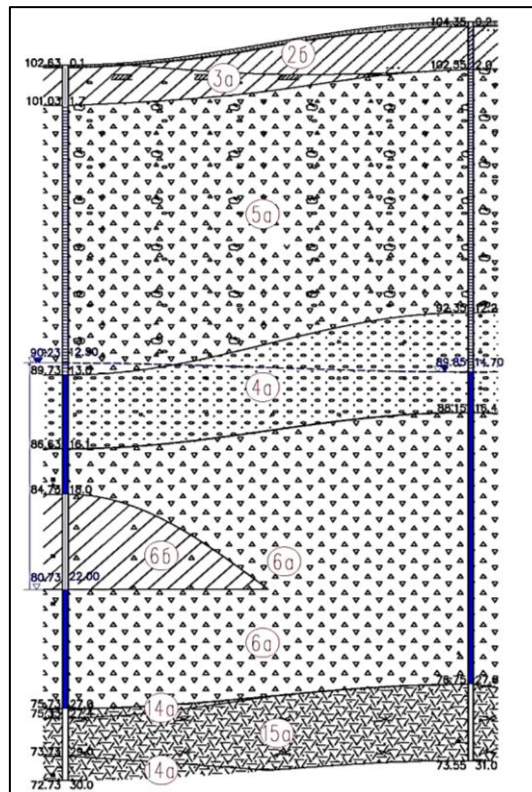
Кайнозойские вулканические комплексы.

Четвертичная система.

Вулканические комплексы плиоцен-эоплейстоценовой формации.

Карымшинский вулканический комплекс.

К комплексу отнесены преимущественно вулканы кислого состава, развитые на склонах хребта Поперечный.



Условные обозначения:

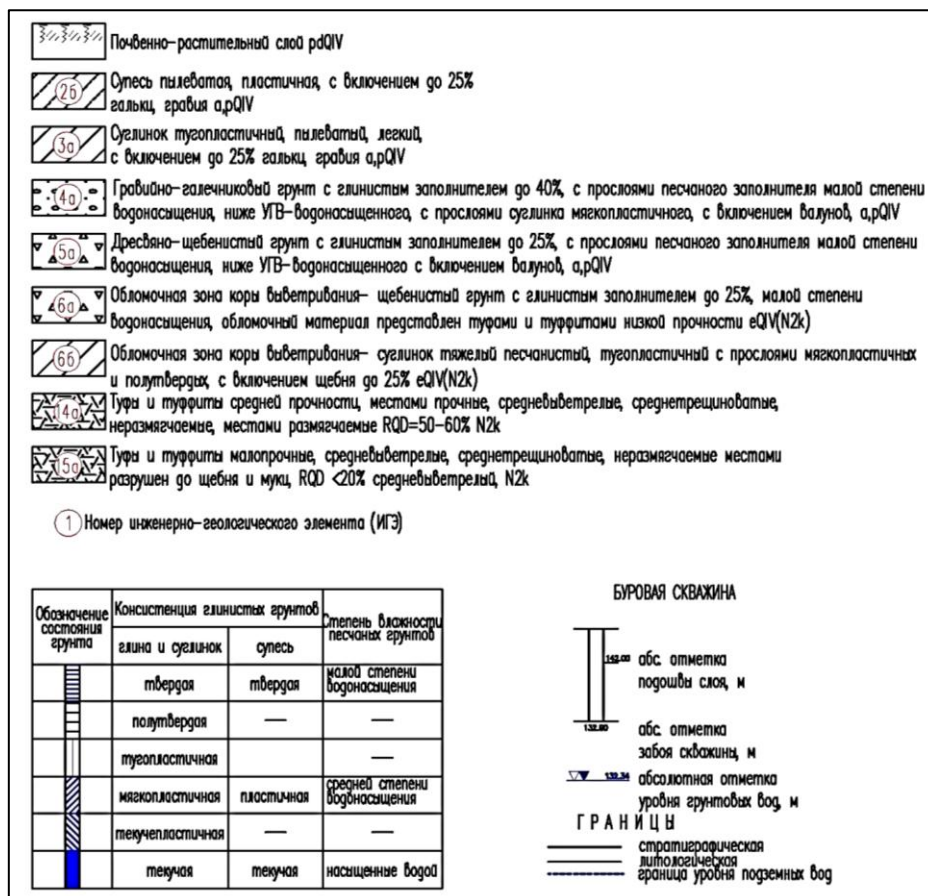


Рисунок 2. Принципиальный разрез участка работ.
Масштаб горизонтальный 1:500, вертикальный 1:200 (составлено автором)

Ранняя фаза (N2k). Кислые туфы ранней фазы образования распространены практически повсеместно на участке изысканий. Отложения представлены туфами и туффитами средней прочности, местами прочными (ИГЭ 14а), малопрочными, местами, разрушенными до щебня и муки (ИГЭ 15а) средневыветрелыми, среднетрешиноватыми, неразмываемыми.

Кровля отложений вскрывается на абсолютных отметках 67,95–166,69 м. на глубинах от 6,1 до 36,4 м. Максимальная вскрытая мощность — 25,9 м.

Основные физические и физико-механические свойства грунтов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физические и физико-механические свойства грунтов

Наименование грунта по ГОСТ 25100-2020	Влажность (%)	Плотность грунта (г/см ³)	Коэффициент пористости (д.е.)	Угол внутреннего трения (град.)	Сцепление (кПа)	Модуль деформации (Мпа)	Предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии (МПа)
Песок средней крупности, рыхлый, малой степени водонасыщения, ниже УГВ-водонасыщенный	21	1,8	0,78	34	4	32,1	
Песок гравелистый, рыхлый, малой степени водонасыщения, ниже УГВ-водонасыщенный	14	1,8	0,75	37	2	47,7	
Песок пылеватый, рыхлый, малой степени водонасыщения, ниже УГВ-водонасыщенный	24	1,7	0,91	34	6	23,2	
Супесь пылеватая твердая, с включением до 25 % гальки, гравия	14	2,2	0,46	30	29	43,4	
Супесь пылеватая, пластичная, с включением до 25 % гальки, гравия	24	1,7	0,96	15	11	12	
Суглинок тугопластичный, пылеватый, легкий, с включением до 25 % гальки, гравия	26	2,0	0,74	25	28	30,2	
Суглинок мягкопластичный, пылеватый, легкий, с прослоями суглинка текучепластичного, с примесью органического вещества, с включениями до 15 % гальки, щебня	37	1,8	1,09	16	14	9,4	
Суглинок полутвердый, легкий пылеватый, с прослоями суглинка твердого, с включением до 10 % гальки, гравия	16	2,1	0,51	26	37	36,5	
Гравийно-галечниковый грунт с глинистым заполнителем до 40 %, малой степени водонасыщения, ниже УГВ-водонасыщенный	11	2,3	0,3	41	2	40	
Дресвяно-щебенистый грунт с глинистым заполнителем до 25 %, малой степени водонасыщения, ниже УГВ-водонасыщенный	12	2,2	0,34	42	5	51,5	
Суглинок щебенистый, полутвердый, легкий пылеватый, с прослоями суглинка тугопластичного и супеси твердой	16	2,0	0,55	22	28	26,5	
Обломочная зона коры выветривания — щебенистый грунт с глинистым заполнителем до 25 %, малой степени водонасыщения, ниже УГВ-водонасыщенный	19	2,1	0,52	41	2	48,3	
Обломочная зона коры выветривания- суглинок тяжелый песчанистый, тугопластичный с прослоями мягкопластичных и полутвердых, с включением щебня до 25 %	19	2,1	0,56	25	26	33,2	
Туфы и туффиты средней прочности, местами прочные, средневыветрелые, среднетрешиноватые, неразмываемые, местами размягчаемые	2,3	2,4	0,17	—	—	—	43,8
Туфы и туффиты малопрочные, средневыветрелые, среднетрешиноватые, неразмываемые местами разрушен до щебня и муки	4,2	2,3	0,22	—	—	—	11,2

Составлено автором

Гидрогеологические условия территории определяются, главным образом, ее климатическими особенностями и геолого-тектоническим строением. Обилие атмосферных осадков, высокая влажность воздуха и незначительное испарение создают благоприятные условия для накопления подземных вод по всей площади долины Паратунки.

На исследуемой территории широко распространен водоносный горизонт аллювиальных отложений в долине реки Паратунки.

Аллювиальный водоносный горизонт приурочен к отложениям поймы и надпойменных террас. Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод, особенно в период паводков, а также за счет бокового притока. Разгрузка происходит за счет непосредственной разгрузки в русло реки Паратунка.

Водомещающими грунтами в большей степени служат аллювиальные грунты: гравийно-галечниковый грунт, дресвяно-щебенистый грунт, а также пески разной зернистости.

Горизонт имеет напорно-безнапорный характер, глубина залегания подземных вод данного водоносного комплекса в районе проведения изысканий на период бурения (с августа по декабрь 2022 г.) колеблется в пределах 0,2–17,4 м, что соответствует абсолютным отметкам 82,53–94,36 м.

Режим водоносного горизонта во многом определяется тесной связью с рекой. В половодный период формируется поток подпора, т. е. речные воды питают грунтовый водоносный горизонт в течение 1,0–1,5 месяцев. Наибольший подъем уровней наблюдается весной, наибольшее снижение с увеличением минерализации — в зимний период.

Воды по химическому составу гидрокарбонатные натриево-кальциевые с минерализацией 48,8–132 мг/л, рН — 6,71–8,00.

По результатам выполненных опытно-фильтрационных работ коэффициент фильтрации гравийно-галечникового грунта составил:

- по данным понижения от 31,9 до 56,7 м/сут;
- по данным восстановления от 18,8 до 25,8 м/сут.

Дебит в скважине составил от 4,83 до 5,52 м³/час.

Опасные геологические процессы

На территории участка и на прилегающей территории развиты геологические процессы, обусловленные эндогенными (сейсмичность и первичная тектоническая дезинтегрированность пород коренной основы) и экзогенными факторами. В результате полевых исследований на участке выявлено распространение следующих геологических процессов:

- Склоновые процессы.
- Подтопление.
- Физико-химическое выветривание.
- Морозное пучение и наледообразование.
- Линейная эрозия.
- Сейсмические процессы.

Наиболее губительными могут быть последствия проявления сейсмической активности (землетрясений). В результате оценки уровня сейсмической опасности, выполненных с использованием метода аналогий (табл. 1 СП 14.13330.2018), метода сейсмических жесткостей, с учётом результатов метода математического моделирования реакции грунтов на сильные землетрясения. Таким образом, значение сейсмичности территории исследования для периода повторяемости $T = 500$ лет, в соответствии с картой общего сейсмического районирования

территории Российской Федерации [12], следует принять 8,6–8,9 баллов, что в целочисленном выражении составляет 9,0 баллов.

Участок исследований располагается у подножия склона хребта Поперечный и подвергается непосредственному влиянию склоновых процессов. В связи с этим был проведен расчет устойчивости склона для предупреждения негативного влияния на исследуемую территорию в период ее эксплуатации и принятия мер по минимизации ущерба от склоновых процессов.

Для расчета устойчивости склона по заданным поверхностям скольжения на основные и особые сочетания нагрузок были использованы следующих методы:

1. Метод Спенсера.
2. Метод Моргенштерн-Прайса.
3. Метод Бишопа.

Решение задачи устойчивости откоса при использовании полигональной поверхности скольжения состоит в нахождении состояния предельного равновесия сил, действующих на массив грунта над поверхностью скольжения.

В таблице 2 приведены расчеты нормированного коэффициента устойчивости склона в естественном состоянии и с учетом землетрясения.

Таблица 2

Результаты расчет нормированного коэффициента устойчивости склона [Kst]

Условие состояния склона	Нормированный коэффициент устойчивости
Естественное состояние	1,277
С учетом проектного землетрясения (ПЗ)	1,213

Составлено автором

В таблице 3 приведены расчеты устойчивости наиболее крутого участка склона тремя методами.

Таблица 3

Результат оценки устойчивости склона Kst

Метод	Минимальный коэффициент запаса устойчивости без учета сейсмического воздействия	Минимальный коэффициент запаса устойчивости с учетом ПЗ
Моргенштерн-Прайса	1,934	1,258
Бишопа	1,878	1,289
Спенсера	1,875	1,237

Составлено автором

Сравнив результаты видно, что согласно расчетам, минимальные коэффициенты запаса устойчивости склонов в естественных условиях выше нормированных коэффициентов устойчивости ($Kst > [Kst]$), следовательно, изучаемый склон устойчив в естественных условиях.

Минимальные коэффициенты запаса устойчивости всех склонов с учетом ПЗ также оказались выше нормированного коэффициента устойчивости, следовательно, исследуемый профиль устойчив при сейсмических нагрузках проектного землетрясения.

Заключение

По результатам эколого-геологических исследований участка, можно сделать следующие выводы.

В работе рассмотрены условия Елизовского района Камчатского края в северной части хребта Поперечный и на вулкане Виллючинская Сопка.

Объектами исследования являлись компоненты инженерно-геологических условий.

Участок работ характеризуется среднегорным рельефом с абсолютными отметками вершин 83,96–180,72 м, преимущественно на равнинном участке с уклонами не более 10°.

Рассмотрены особенности инженерно-геологического строения изучаемой территории, условия залегания, физические и физико-механические свойства грунтов.

Выявлены и рассмотрены основные эндогенные и экзогенные геологические процессы, их площадная распространённость и интенсивность проявления как в настоящий момент, так и в процессе антропогенного освоения территории.

По результатам полевых работ в геологическом строении района работ до глубины 40,0 м выделено 15 инженерно-геологических элементов (ИГЭ): 3 из которых — песчаные, 7 — глинистые, 3 — крупнообломочные, 2 — скальные.

Показано, что в геологическом строении территории, преимущественно участвуют крупнообломочные грунты и глинистые грунты твердой и полутвердой консистенции. Эти грунты обладают достаточно высокими прочностными и деформационными свойствами и могут служить надежным основанием для фундамента проектируемых зданий и сооружений.

Наиболее неблагоприятным эколого-геологическим фактором, который может оказать негативное воздействие на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, является высокая сейсмичность.

Значение сейсмичности территории для периода повторяемости $T=500$ следует принять в целочисленном выражении 9,0 баллов.

Именно сейсмичность определяет выбор и реализацию проектных решений при строительстве любых сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романова И.М., Зеленин Е.А., Михайлюкова П.Г., Пономарева В.В., Геопортал Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и геосервис «Голоценовый вулканизм Камчатки» // Геодезия и картография. — 2015. — № 8. — С. 17–23. DOI: 10.22389/0016-7126-2015-902-8-17-23.
2. Леонов В.Л., Гриб Е.Н. Структурные позиции и вулканизм четвертичных кальдер Камчатки. Владивосток: Дальнаука. 2004. 189 с.
3. Bindeman et al. Large-volume silicic volcanism in Kamchatka: Ar-Ar and U-Pb ages, isotopic, and geochemical characteristics of major pre-Holocene caldera-forming eruptions // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2010. Vol. 189. № 1. P. 57–80.
4. Gorbатов A., Kostoglodov V., Suárez G., Gordeev E. Seismicity and structure of the Kamchatka subduction zone // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 1997. Vol. 102. № B8. P. 17883–17898.
5. Davaille, Lees, 2004 Davaille A., Lees J.M. Thermal modeling of subducted plates: tear and hotspot at the Kamchatka corner // Earth and Planetary Science Letters. 2004. Vol. 226. № 3. P. 293–304.
6. Гусев А.А., Шумилина Л.С., Акатова К.Н. Об оценке сейсмической опасности для города Петропавловска-Камчатского на основе набора сценарных землетрясений // Вестник ОНЗ РАН: электрон. науч.-информ. журн, 2005. № 1(23). С. 1–22.

7. Гусев А.А. Сильные землетрясения Камчатки: расположение очагов в инструментальный период // Вулканология и сейсмология. 2006. № 3. С. 39–42.
8. Bolshakov, I.E., Frolova, Y.V., Rychagov, S.N. et al. Patterns of Change in the Composition and Physical and Mechanical Properties of Andesites of the East Pauzhetka Thermal Field under the Influence of Argillization (Southern Kamchatka). *Moscow Univ. Geol. Bull.* 78, 754–765 (2023).
9. Ladygin, V.M., Girina, O.A. & Frolova, Y.V. The Petrophysical Properties and Strength of Extrusive Rocks Discharged by Bezymianny Volcano, Kamchatka. *J. Volcanolog. Seismol.* 17, 159–174 (2023).
10. Фролова Ю.В., Рычагов С.Н., Чернов М.С., Суровцева К.И., Кузнецов Р.А., Большаков И.Е., 2020. Инженерно-геологические аспекты изменения вулканогенных пород в зоне кислотного выщелачивания Южно-Камбальных термальных полей (Южная Камчатка). *Инженерная геология*, Том XV, № 1, с. 36–51.
11. Frolova, J.V., Chernov, M.S., Rychagov, S.N. et al. The influence of hydrothermal argillization on the physical and mechanical properties of tuffaceous rocks: a case study from the Upper Pauzhetsky thermal field, Kamchatka. *Bull Eng Geol Environ* 80, 1635–1651 (2021).
12. Уломов В.И. Актуализация нормативного сейсмического районирования в составе единой информационной системы «Сейсmobезопасность России». *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2012. Т. 39, № 1, с. 5–38.

Sarkisov George Alexandrovich

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: sarkisov_ga@pfur.ru

IRID: <https://istina.msu.ru/workers/10912041>

Google Scholar: <https://scholar.google.ru/citations?user=OwYaHEgAAAAJ>

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Sarkisov-Georgij?ev=hdr_xprf

Stanis Elena Vladimirovna

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: stanis-ev@rudn.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3306-4329>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=569611

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Elena-Stanis>

Google Scholar: <https://scholar.google.ru/citations?user=6FV0h-oAAAAJ>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=6506833438>

Sarkisova Yuliya Alexandrovna

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: sarkisova_yua@pfur.ru

IRID: <https://istina.msu.ru/workers/8864350>

Ecological and geological conditions of the South-Eastern part of Kamchatka in connection with the prospect of economic development

Abstract. The tourism industry can become a powerful catalyst for dynamic socio-economic growth at the regional level. The article provides an assessment of the ecological and geological conditions, with a focus on the engineering and geological conditions of the southeastern part of the Kamchatka Peninsula, in relation to the prospects for economic development. The study focuses on the conditions in the Yelizovsky District of the Kamchatka Territory, in the northern part of the Poperechny Range and on the Vilyuchinskaya Sopka volcano. The study focuses on the components of the engineering and geological conditions.

The features of the engineering-geological structure of the studied territory, the conditions of occurrence, and the physical and physical-mechanical properties of the soils are considered. The main endogenous and exogenous geological processes, their area distribution, and the intensity of their manifestation are identified and discussed, both at the current moment and during the process of anthropogenic development of the territory. The natural and environmental parameters of the studied area are evaluated. According to the results of field work, 15 engineering-geological elements were identified in the geological structure of the work area up to a depth of 40,0 m: 3 of them are sandy, 7 are clayey, 3 are coarse-grained, and 2 are rocky. It has been shown that the geological structure of the territory is predominantly composed of coarse-grained soils and clay soils of hard and semi-hard consistency. These soils have sufficiently high strength and deformation properties and can serve as a reliable foundation for the construction of buildings and structures. The most unfavorable factor that can have a negative impact on the construction and operation of buildings and structures is high seismic activity.

Keywords: Kamchatka; engineering and geological conditions; soil properties; natural and environmental parameters; geological processes; economic development; seismicity