

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Мосинжпроект»



Свидетельства саморегулируемых организаций:
НП дорожных проектных организаций «РОДОС» от 18.05.2012 №0086.02-2009-7701885820-П-077
НП «Центризыскания» от 22.01.2015 №1002.05-2009-7701885820-И-003
Сертификат соответствия ГОСТ Р ИСО 9001-2011

**Юго-Западный участок
третьего пересадочного контура,
станция метро «Проспект Вернадского» - станция метро
«Можайская»**

**7.3 этап «Соединительные ветки в электродепо «Аминьевское» со
ст. «Давыдково».**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРАКТ №9555м

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчет устойчивости оползневого склона

12-4017-Л-П-7.3Э- ООС 2.1

Том 7.2.1

Согласовано			
Инов. № подл.	Подп. И дата	Взам. инв. №	

2021

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Мосинжпроект»



Свидетельства саморегулируемых организаций:
НП дорожных проектных организаций «РОДОС» от 18.05.2012 №0086.02-2009-7701885820-П-077
НП «Центризыскания» от 22.01.2015 №1002.05-2009-7701885820-И-003
Сертификат соответствия ГОСТ Р ИСО 9001-2011

**Юго-Западный участок
третьего пересадочного контура,
станция метро «Проспект Вернадского» - станция метро
«Можайская»**

**7.3 этап «Соединительные ветки в электродепо «Аминьевское» со
ст. «Давыдково».**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРАКТ №9555м

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчет устойчивости оползневого склона

12-4017-Л-П-7.3Э- ООС 2.1

Том 7.2.1

**Заместитель генерального
директора по проектированию**

Р.Х. Черкесов

Руководитель по проектированию

Ю.Ю. Гусаков

2021

Согласовано			
Взам. инв. №			
Подп. И дата			
Инв. № подл.			



МЕТРОГИПРОТРАНС

**Юго-Западный участок
третьего пересадочного контура,
станция метро «Проспект Вернадского» - станция метро
«Можайская»**

**7.3 этап «Соединительные ветки в электродепо «Аминьевское»
со ст. «Давыдково».**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчет устойчивости оползневого склона

ТПК-1-43-ООС 2.1

Том 7.2.1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«МЕТРОГИПРОТРАНС»**

**Юго-Западный участок
третьего пересадочного контура,
станция метро «Проспект Вернадского» - станция метро
«Можайская»**

**7.3 этап «Соединительные ветки в электродепо «Аминьевское»
со ст. «Давыдково».**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчет устойчивости оползневого склона

ТПК-1-43-ООС 2.1

Том 7.2.1

**Первый вице - президент
главный инженер**



А.А. Авдеев

Главный инженер проекта



М.В. Белянский

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2021

Инв. №	Инв. № подл.



Основан в 2010 г.

НПО ГЕОЦЕНТР
ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИНН 7743797692 / КПП 774301001 / ОГРН 1107746884563
Юр. адрес: 125438, г. Москва, 4-й Лихачевский пер., д.4
+7-495-144-97-31 info@egeology.ru www.egeology.ru



**«Юго-западный участок ТПК ст. «Проспект Вернадского» – ст.
«Можайская». 7.3 этап «Соединительные ветки в электродепо
«Аминьевское» со ст. «Давыдково»**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по теме:

**«Расчеты устойчивости склона на пикетах трассы ПК 1+20 – ПК 2+40
(7 створов), с учетом проектируемых планировочных решений (вариант
2) на участке проектирования и строительства соединительных веток
метрополитена через реку Сетунь»**

(Доп. согл. № 2 к Договору № 24-08/2020 от 11.09.2020 г.)

Генеральный директор
ООО «НПО ГЕОЦЕНТР»

Молодкин Д.В.

Москва 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УЧАСТКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	5
1.1 Административное положение, гидрографическое и геоморфологическое описание исследуемой территории	5
1.2 Геологическое строение участка исследований.....	6
1.3 Гидрогеологические условия.....	15
1.4 Физико-механические свойства грунтов.....	16
1.5 Опасные инженерно-геологические процессы.....	17
2 РАСЧЕТЫ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА ПО ПРОГРАММЕ GEOSTAB.....	18
2.1 Методика исследований.....	18
2.2 Краткая характеристика программы GEOSTAB.....	19
2.3 Характеристика расчетных вариантов и анализ результатов расчетов	21
2.4 Результаты расчетов устойчивости.....	25
3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ И МОНИТОРИНГУ	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	35
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	41
Приложение 1. Техническое задание.....	44
Приложение 2. Выписка из реестра членов СРО ООО «НПО ГЕОЦЕНТР» ..	46
Приложение 3. Сертификат на соответствие программы GEOSTAB нормативным документам	49
Приложение 4. Результаты расчетов устойчивости склонов по программе GEOSTAB.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Тема «Расчеты устойчивости склона на пикетах трассы ПК 1+20 – ПК 2+40 (7 створов), с учетом проектируемых планировочных решений (вариант 2) на участке проектирования и строительства соединительных веток метрополитена через реку Сетунь» выполнена ООО «НПО ГЕОЦЕНТР» на основании дополнительного соглашения №2 от 20.04.2021 г. к договору № 24-08/2020 от 11.09.2020 г. с АО «Метротранс», в соответствии с Техническим заданием (Приложение 1).

Объектом исследований является левобережный береговой склон р. Сетунь, где проектируются тоннели соединительных веток метро и порталные части тоннелей от ст. «Давыдково», ведущие к эстакаде, пересекающей долину р. Сетунь.

Комплексные инженерно-геологические изыскания на данном объекте выполняются АО «Метротранс».

Класс сооружений КС-3 в соответствии с ГОСТ 27751-2014, табл. 2 и приложения «А». Геотехническая категория – 3. По степени сложности инженерно-геологические условия территории предполагаемого строительства характеризуются как сложные – III категории. Стадия изысканий – «Проектная документация».

Соединительная ветка проектируется по 2 путям [27].

Правый путь от ПК 00+00,00 до ПК 02+50,00 - подземный тоннельный участок; от ПК 02+50,00 до ПК 03+68,64 – наземный участок; от ПК 03+68,64 до ПК 07+46,50 - эстакадный участок.

Левый путь от ПК 00+00,00 до ПК 02+46,00 - подземный тоннельный участок; от ПК 02+46,00 до ПК 03+78,35 – наземный участок; от ПК 03+78,35 до ПК 07+46,30 - эстакадный участок. Причем с ПК 2+00 строительство тоннеля левого пути осуществляется в выемке с ограждением котлована с верховой стороны.

Подземные участки - тоннели мелкого заложения, открытого способа проходки, общей протяженностью 496 м. Ограждающая конструкция из буро-секущих свай (БСС). Основание на естественном основании. Глубина котлованов до 25 м, ограждающей конструкции до 35 м.

Наземные участки - общая протяженность 251 м, ширина 6,3 м. Подпорная стенка из габионов - длина 64 м, ширина 5,0 м.

Целью исследований по теме является оценка устойчивости склона на пикетах трассы ПК 1+20 – ПК 2+40, с учетом проектируемых планировочных решений (террасирование откоса и пригрузка склона насыпью на отметке 137.0 м) – вариант №2, на

участке проектирования и строительства соединительных веток метрополитена через реку Сетунь.

Работы выполнены ООО «НПО ГЕОЦЕНТР» в соответствии с утвержденным Техническим заданием (Приложение 1) и требованиями нормативных документов Российской Федерации к инженерно-геологическим изысканиям и проектированию защитных мероприятий [1–12].

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УЧАСТКА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Административное положение, гидрографическое и геоморфологическое описание исследуемой территории

Участок проектируемого строительства соединительных веток метрополитена через р. Сетунь юго-западного участка ТПК метрополитена находится в Можайском районе западного административного округа (ЗАО) г. Москвы, к северо-западу от пересечения Аминьевского шоссе с улицей Верейской, напротив старицы р. Сетунь (рис. 1.1).

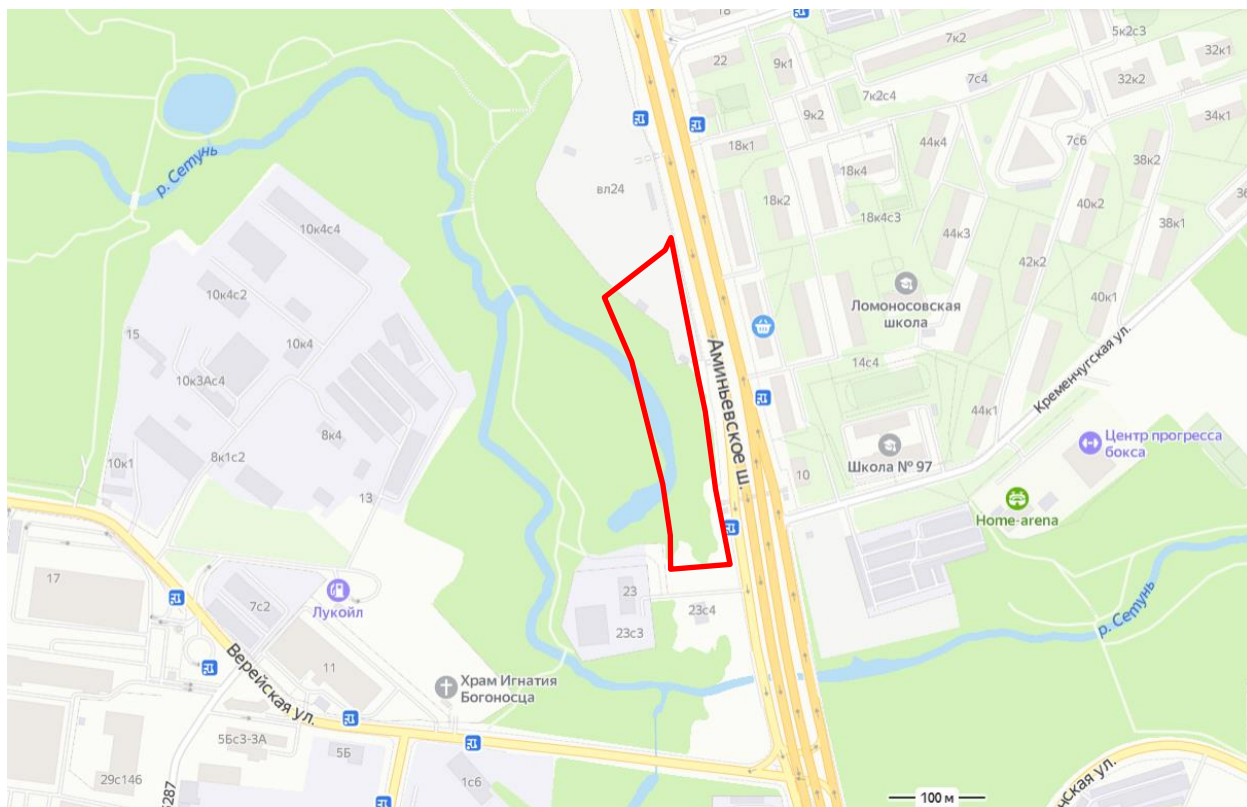


Рис. 1.1. Схема расположения исследуемого участка – проектируемого портала и мостового перехода через р. Сетунь.

В геоморфологическом отношении участок проектируемой трассы расположен в пределах флювиогляциальной равнины Теплостанской возвышенности и долины реки Сетунь. Естественный рельеф территории частично изменен планировкой. Абсолютные отметки бровки склона 148–152 м на участке тоннелей, основание откоса находится на уровне 131.7 м (урез воды р. Сетунь) на участке пересечения эстакадой реки Сетунь. Урез воды в расположенной у основания склона старице р. Сетунь находится на абс. отм. 133.08 м.

1.2 Геологическое строение участка исследований

В геологическом строении участка проектируемого строительства – в зоне формирования оползневой опасности – принимают участие отложения четвертичной, меловой и юрской (титонский и оксфордский ярусы) систем, подстилаемые юрскими келловейскими и бат-келловейскими глинами, отложениями каменноугольной системы (рис. 1.3–1.4).

Подробно анализ инженерно-геологических условий рассматриваемой территории представлен в отчетах по изысканиям [27] и по результатам выполненного обследования и оценки оползневой опасности [28].

Инженерно-геологические разрезы построены на основе инженерно-геологических материалов (разрезов и колонок), выполненных как в верхней, так и нижней частях откоса. Выполняются изыскания вдоль правой ветки метрополитена (рис. 1.3–1.10).

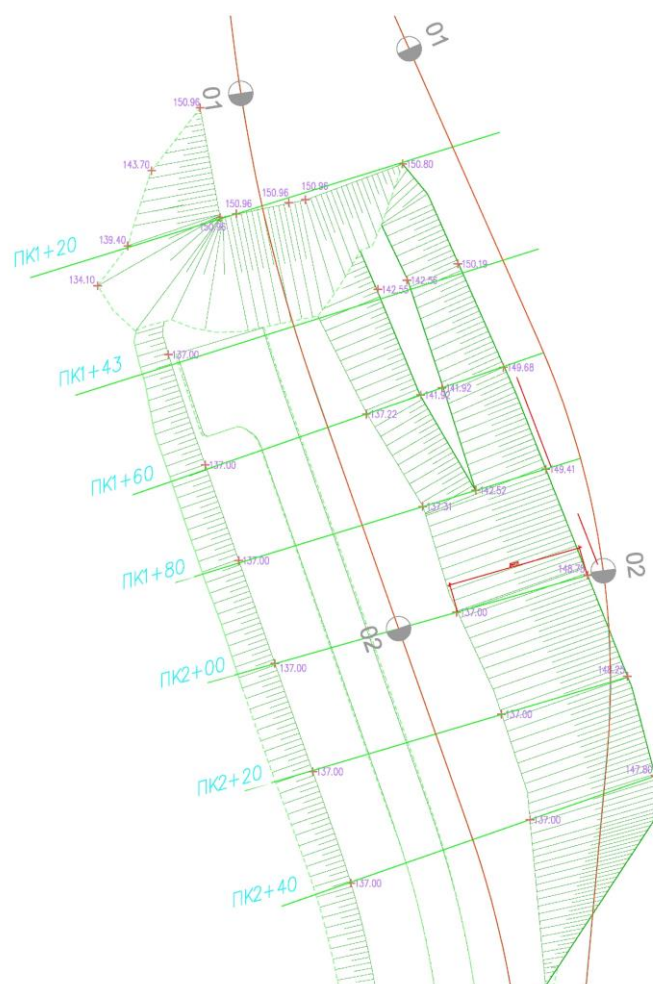


Рис. 1.3. Схема расположения расчетных профилей на ПК 1+20 – ПК 2+40.

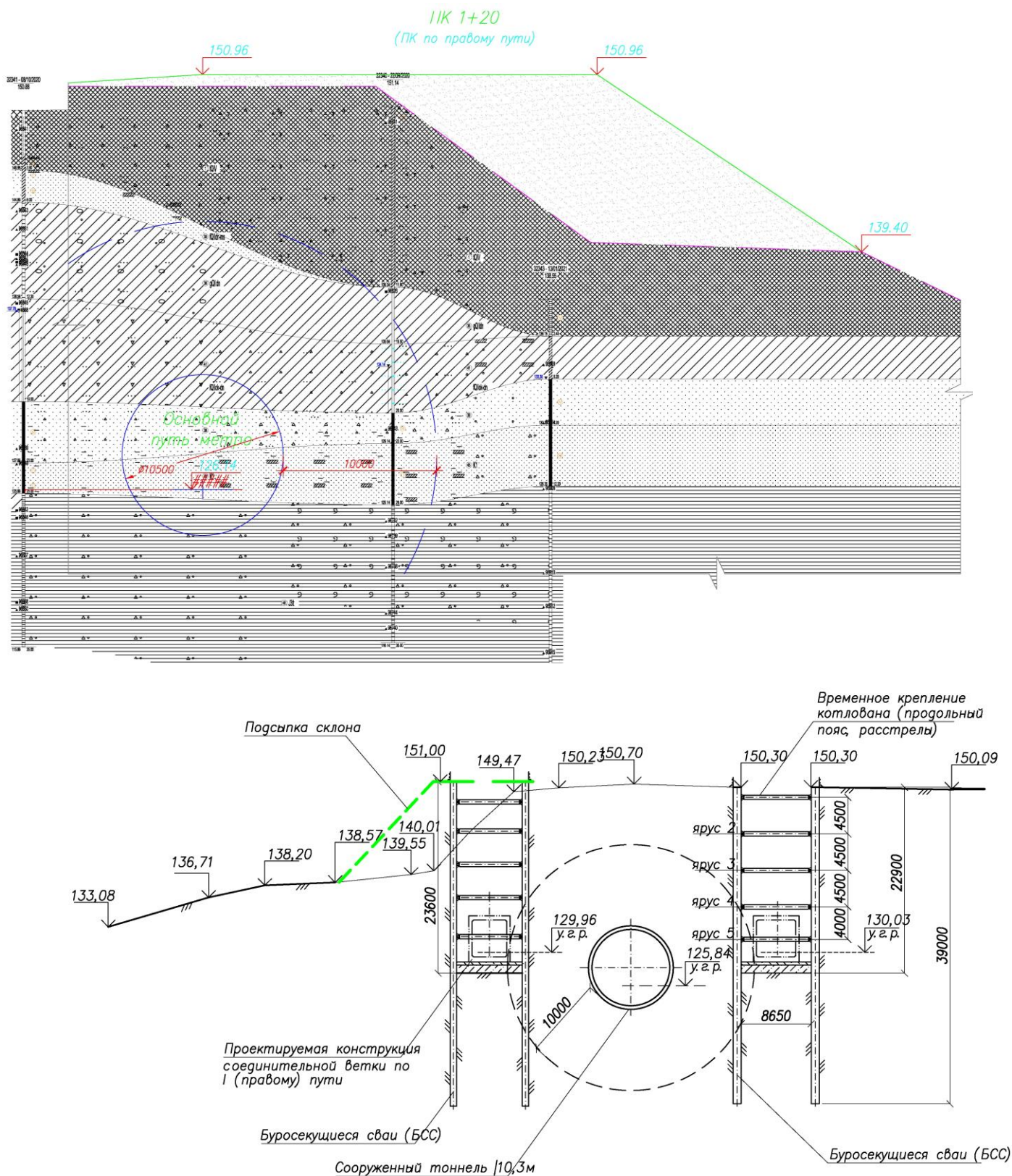


Рис. 1.4. Инженерно-геологический разрез и проектные решения по створу ПК 1+20 (рис. 1.3) [27]. Зеленой линией показан проектируемый контур планировки.

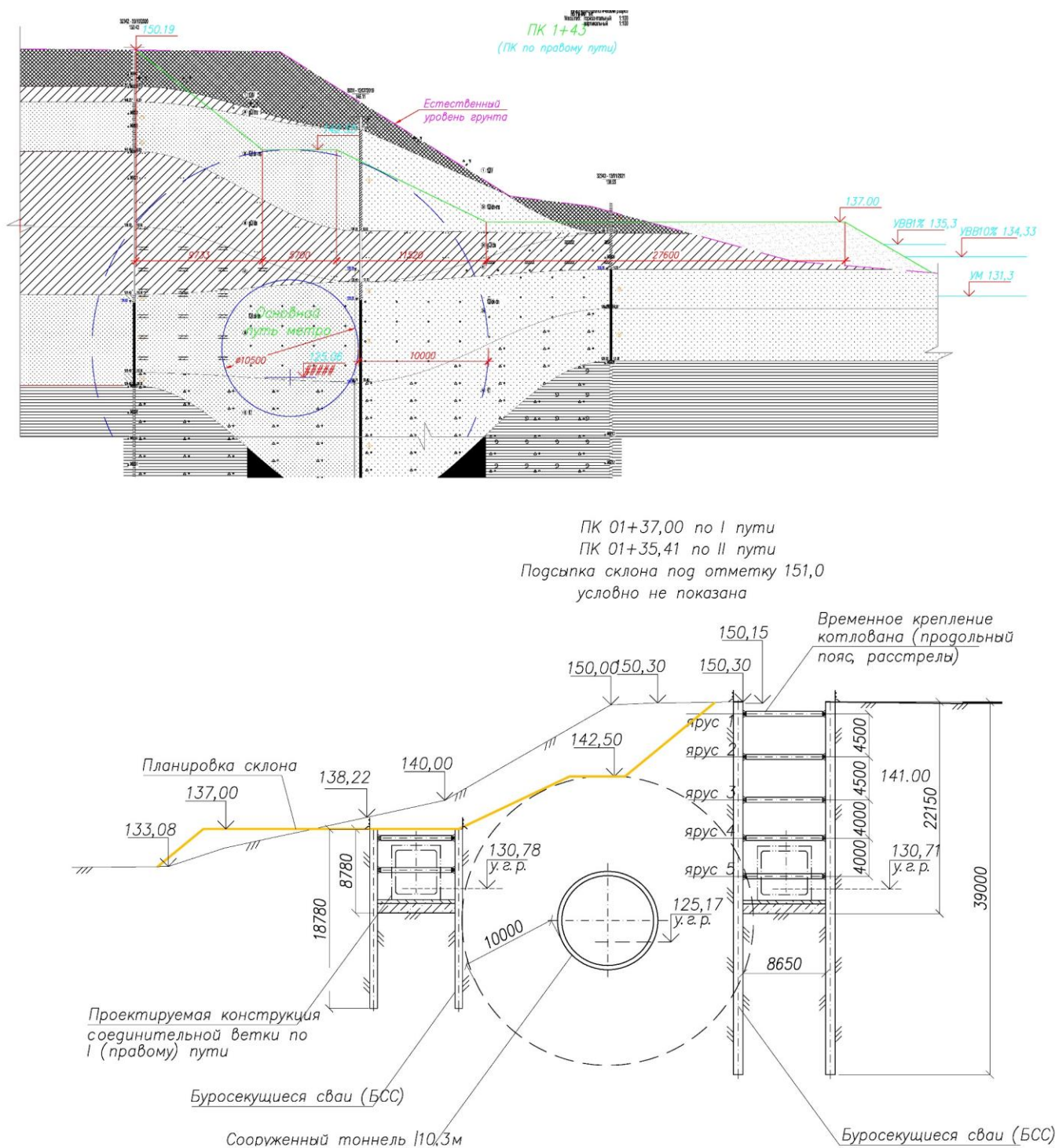


Рис. 1.5. Инженерно-геологический разрез и проектные решения по створу ПК 1+43 (рис. 1.3) [27]. Зеленой линией показан проектируемый контур планировки.

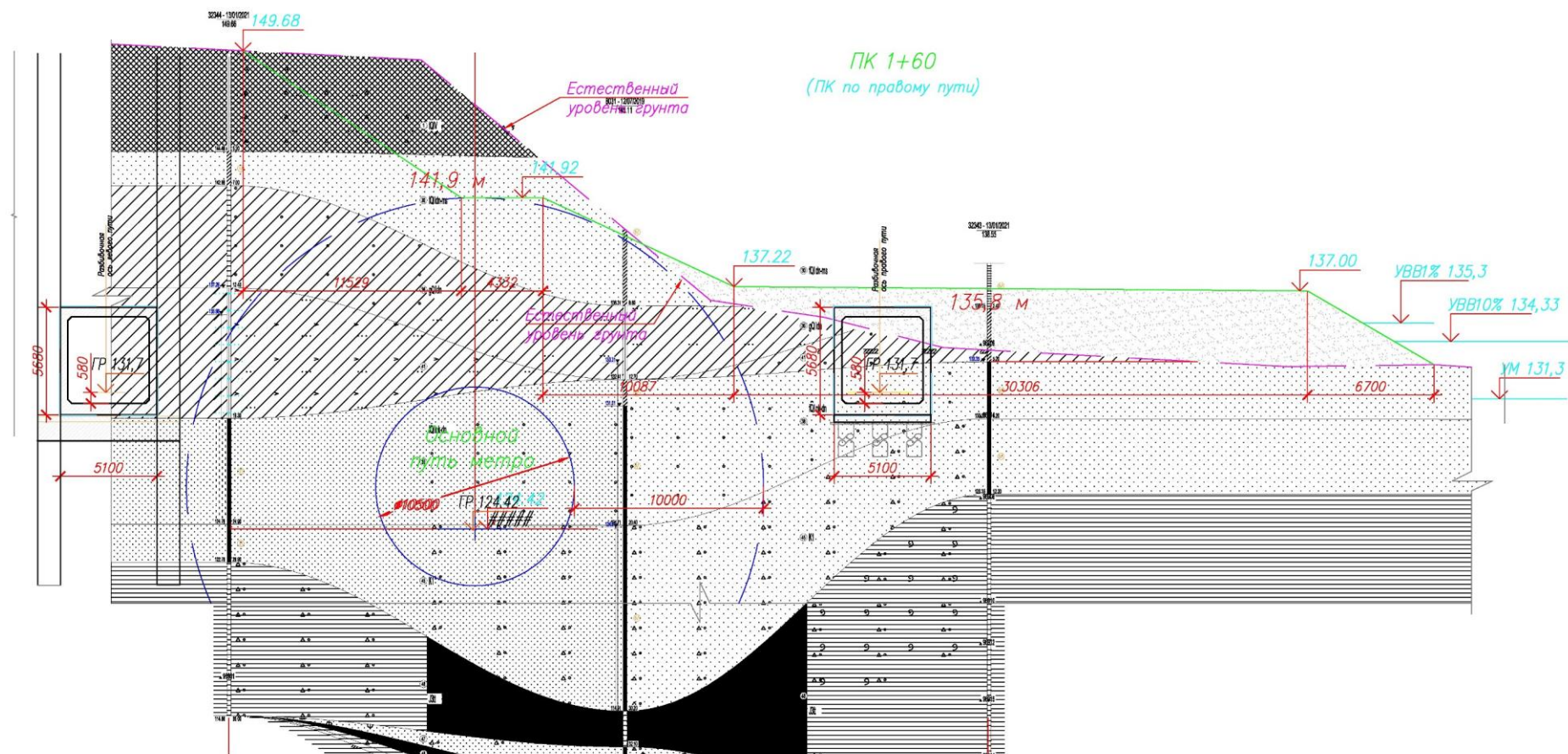
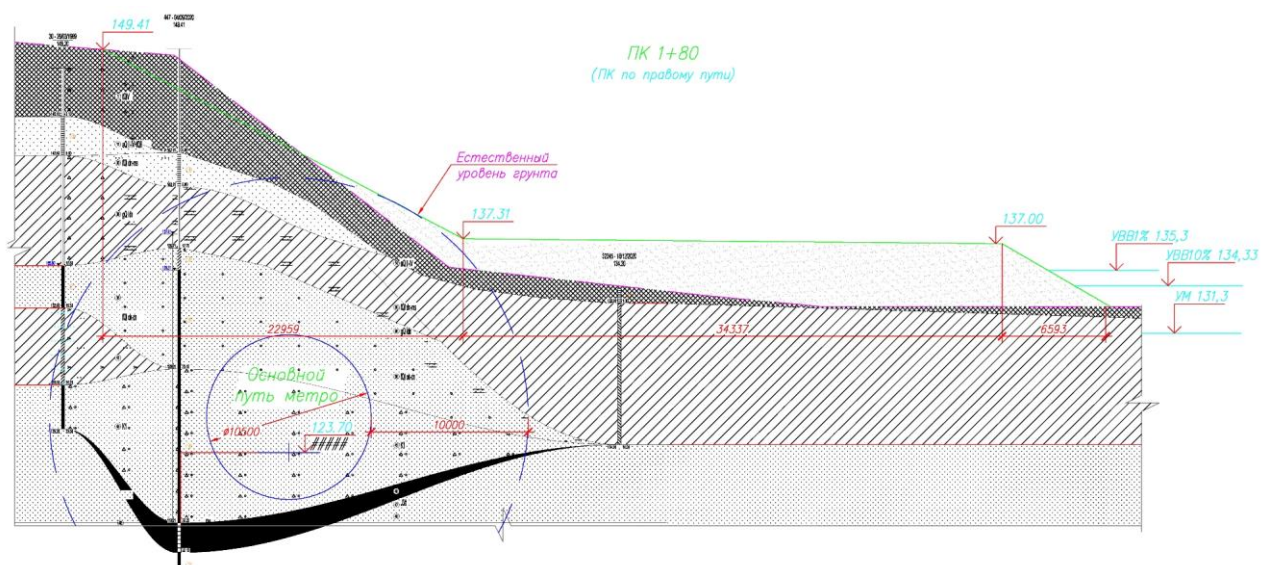


Рис. 1.6. Инженерно-геологический разрез по створу ПК 1+60 (рис. 1.3) [27]. Зеленой линией показан проектируемый контур планировки.



ПК 01+80,00 по I пути
ПК 01+78,56 по II пути

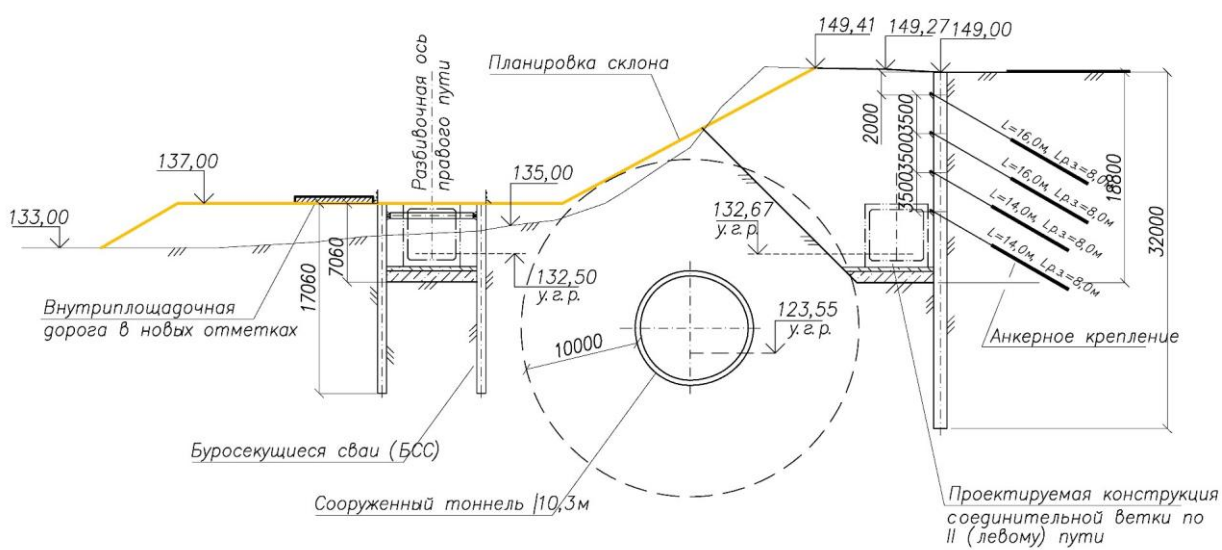


Рис. 1.7. Инженерно-геологический разрез и проектные решения по створу ПК 1+80 (рис. 1.3) [27].

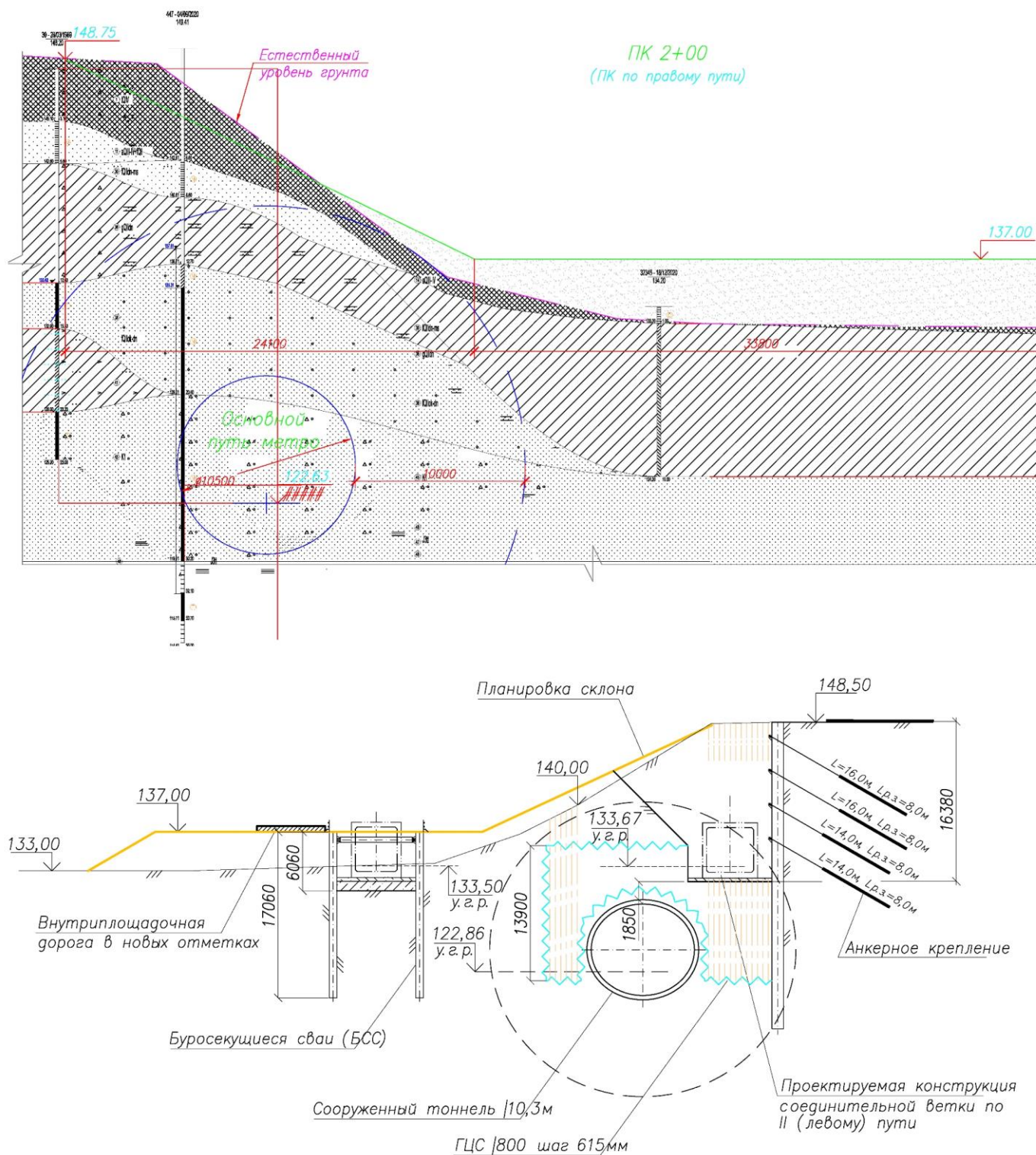


Рис. 1.8. Инженерно-геологический разрез и проектные решения по створу ПК 2+00 (рис. 1.3) [27].

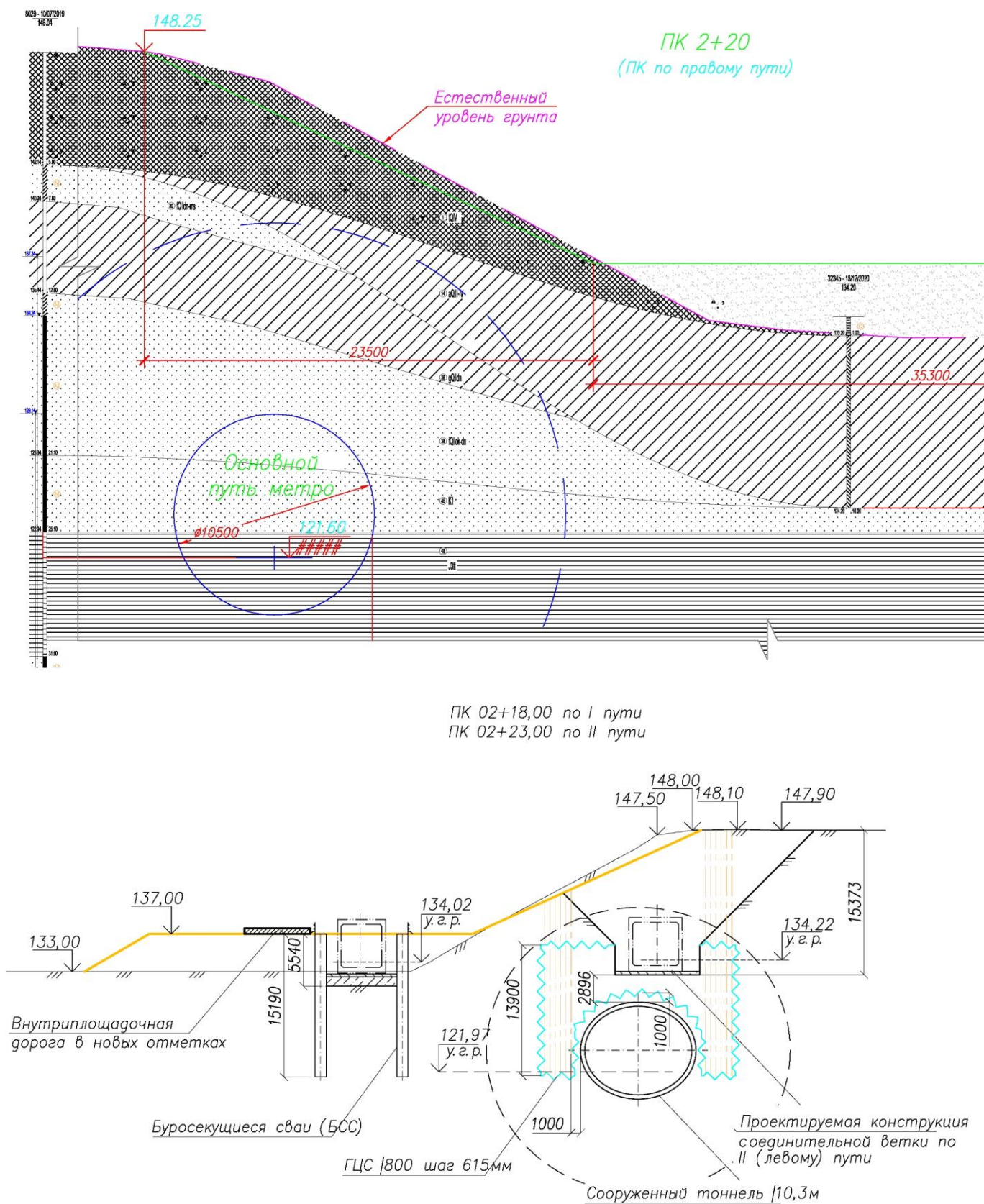


Рис. 1.9. Инженерно-геологический разрез и проектные решения по створу ПК 2+20 (рис. 1.3) [27].

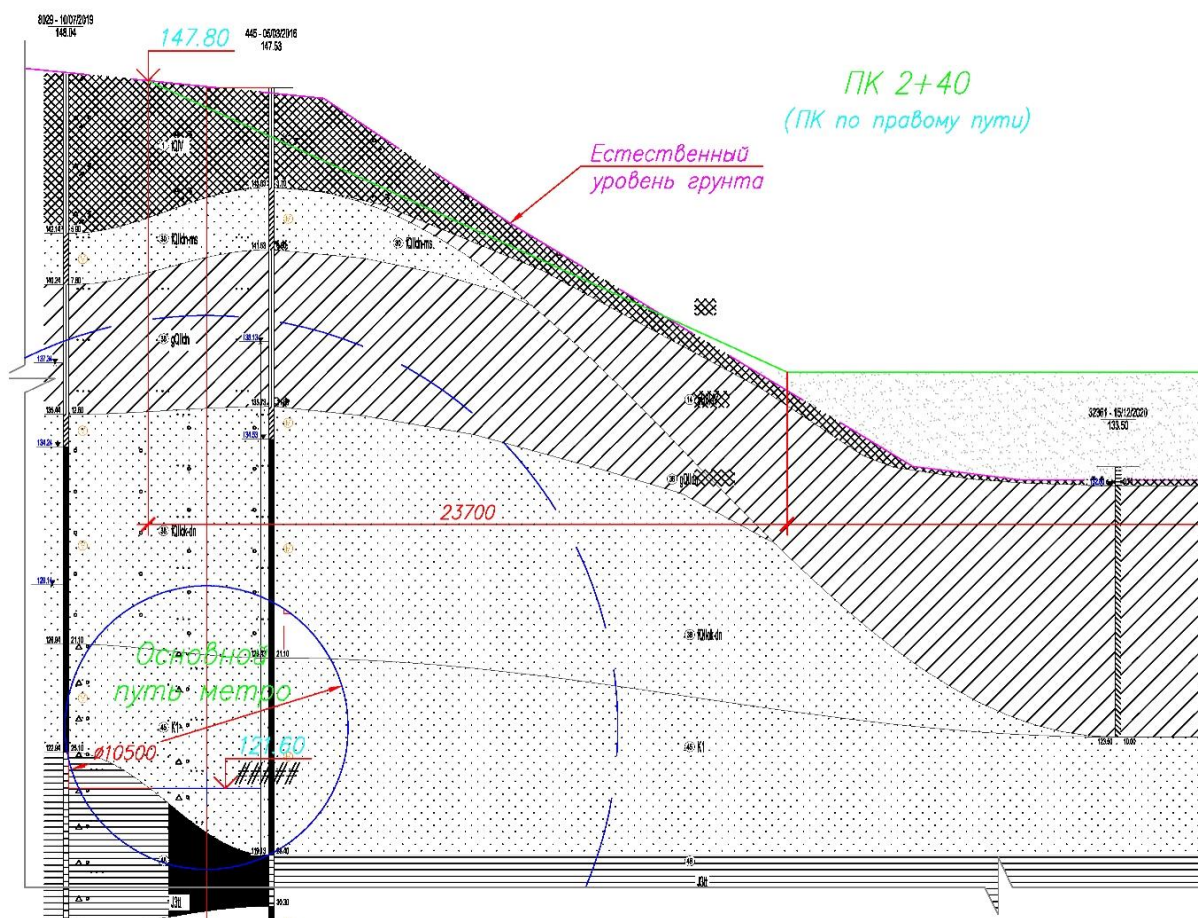


Рис. 1.10. Инженерно-геологический разрез и проектные решения по створу ПК 2+40 (рис. 1.3) [27]. Зеленой линией показан проектируемый контур планировки.

Четвертичные отложения

Четвертичные отложения развиты повсеместно и представлены песками, супесями, суглинками и глинами, максимальной мощностью до 25.0 м (скважины № 32344, 32342, 32386).

Современные техногенные образования (tQIV) (ИГЭ-1). В верхней части склона залегает достаточно мощная толща техногенных грунтов (ИГЭ-1), представленных суглинками желтовато-коричневыми, серыми, мягкопластичными, с прослоями песка, с включениями строительного мусора, обломков кирпича, щебня, гравия. Мощность слоя техногенных грунтов достигает 12 м (скважина № 32340).

Верхнечетвертичные-современные аллювиальные отложения (aQIII-IV) (ИГЭ 11, 12, 14), имеют ограниченное распространение, залегают в долине реки Сетунь. Представлены песками мелкими с прослоями пылеватого (ИГЭ 11), песками средней крупности с прослоями песка крупного (ИГЭ 12), а также суглинками тугопластичной, с прослоями мягкопластичной консистенции (ИГЭ 14). Общая мощность отложений колеблется от 1.3 до 17.4 м.

Среднечетвертичные отложения московской стадии оледенения (gIIms) (ИГЭ 28) распространены локально в пределах склоновой территории. Отложения представлены суглинками тугопластичной, прослоями мягкопластичной и полутвердой консистенции. Мощность отложений до 3-х метров (скважина № 32385).

Среднечетвертичные флювиогляциальные отложения днепровско-московского межледниковогоья (fQIIIdn-ms) (ИГЭ 30) имеют локальное распространение в глубине склона, представлены песками мелкими маловлажными и влажными. Мощность отложений до 6.6 м.

Среднечетвертичные отложения днепровского оледенения (gIIIdn) (ИГЭ 36), распространены в пределах высокого склона, представлены суглинками желто-коричневыми, песчанистыми, полутвердой с прослоями тугопластичной консистенции, с включениями до 10% дресвы осадочных пород. Мощность отложений достигает 6–9 м (скважины № 32381, № 32362).

Среднечетвертичные флювиогляциальные отложения окско-днепровского межледниковогоья (fQIIok-dn) представлены песками пылеватыми, с прослоями песка мелкого (ИГЭ 38), а также суглинками полутвердой, прослоями тугопластичной консистенции (ИГЭ 41). Общая мощность отложений колеблется от 3,8 м до 14,2 м.

Отложения четвертичной системы залегают на отложениях меловой системы.

Отложения меловой системы

Нерасчлененный комплекс меловых отложений (K_1) (ИГЭ 45) представлены песками темно-серыми, водонасыщенными пылеватыми, с прослоями мелкого, мощностью до 13.6 м (скважина № 32380).

Меловые отложения залегают на породах юрской системы.

Юрские отложения

Юрские отложения представлены глинами и песками титонского яруса (J_{3tt}) и глинами оксфордского яруса (J_{3ox}), глинами келловейскими (J_{3k}), глинами бат-келловейского возраста ($J_{2-3bt-k}$). Вскрытая мощность юрских отложений порядка 31.1 м (скважины № 32385, 32386, 32339).

Титонский ярус верхнего отдела юрской системы (J_{3tt}) представлен глинами тяжелыми, слабонабухающими, полутвердой консистенции (ИГЭ-48).

Оксфордский ярус верхнего отдела юрской системы (J_{3ox}) вскрыт несколькими скважинами и представлен глинами тяжелыми, полутвердой консистенции (ИГЭ-49).

Юрские отложения залегают на породах каменноугольной системы (C_{3sv}).

1.3 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия характеризуются наличием четвертичного водоносного горизонта, приуроченного к пескам флювиогляциальных и аллювиальных отложений (см. рис. 1.3). Горизонт имеет преимущественно безнапорный характер. Предварительные глубины положения уровня четвертичного горизонта находятся на абс. отметках 134–136 м в пределах склонового участка. Сезонные колебания вод надюрского водоносного горизонта составляют $\pm 1,5$ –2 м.

Также в пределах песчаных окско-днепровских флювиогляциальных отложений ($fQ\Pok-dn$), залегающих на меловых песчаных отложениях имеется совмещенный водоносный горизонт, обладающий напором до 5.5–6 м.

Юрский водоносный горизонт приурочен к прослоям фосфоритов в титонских глинах и носит напорный характер. Абсолютные отметки уровня появления воды в районе 115,11 м (скважина № 32384). Пьезометрический уровень установлен на отметке 134,4 м (глубина 16.7 м). Величина напора составляет 19,3 м. Верхним водоупором служат глины титонского яруса юрской системы. Нижним водоупором являются глины оксфордского яруса.

Барражный эффект от возведения буросекущих свай не превышает значения сезонного колебания уровня грунтовых вод для исследуемой территории [27].

1.4 Физико-механические свойства грунтов

Наибольшей изменчивостью физико-механических свойств характеризуется толща четвертичных отложений.

Показатели физико-механических свойств грунтов получены по результатам исследований, проведенных в грунтово-химической лаборатории АО «Метрогипротранс».

В таблице 1.1 представлены расчетные физико-механические характеристики грунтов выделенных инженерно-геологических элементов. Нумерация инженерно-геологических элементов принята единой для всех проектируемых линий Московского метрополитена. Наименование грунтов дано согласно ГОСТ 25100-2011.

Таблица 1.1. Сводная таблица расчетных показателей физико-механических свойств грунтов (при доверительной вероятности 0,95 (по несущей способности)) [27].

№ п/п	Номер ИГЭ	Стратиграфический индекс	Наименование грунта	Характеристики грунтов		
				Плотность грунта, г/см ³	Угол внутреннего трения	Сцепление, С МПа
1	1	tQIV	Техногенный грунт	1,61	13	0,005
2	11	aQIII-IV	Песок мелкий с прослоями пылеватого	1,65	32	0,001
3	12	aQIII-IV	Песок средней крупности с прослоями песка крупного	1,67	33	0,001
4	14	aQIII-IV	Суглинок тугопластичной, с прослоями мягкопластичной консистенции	2,01	20	0,024
5	28	gQIIms	Суглинок тугопластичной, прослоями мягкопластичной и полутвердой консистенции	2,12	22	0,031
6	30	fQII _{dn} -ms	Песок мелкий маловлажный и влажный	1,82	30	0,001
7	36	gQII _{dn}	Суглинок полутвердой, прослоями тугопластичной и твердой консистенции	2,15	17	0,032
8	38	fQII _{ok} -dn	Песок пылеватый, с прослоями песка мелкий	1,51	29	0,001
9	41	fQII _{ok} -dn	Суглинок полутвердой прослоями тугопластичной консистенции	1,98	16	0,025
10	45	K ₁	Песок пылеватый, с прослоями песка мелкого	1,45	32	0,001
11	48	J ₃ tt	Глина твердая, прослоями полутвердой и тугопластичной консистенции	1,88	18	0,050
12	49	J ₃ ox	Глина твердой, прослоями полутвердой и тугопластичной консистенции	1,70	16	0,063
13	50	J ₃ k	Глина твердой, прослоями полутвердой консистенции	1,84	14	0,045
14	52	J ₂₋₃ bt-k	Глина твердой, прослоями полутвердой консистенции	1,86	18	0,061
15	73	C3sv	Известняк прослоями доломитовый средней прочности, прослоями прочный и малопрочный, с прослоями мергеля трещиноватый	2,25	-	-

1.5 Опасные инженерно-геологические процессы

Согласно отчету по инженерно-геологическим изысканиям АО «Метротранс», территория проектируемого строительства является неопасной в карстово-суффозионном отношении.

Как показали результаты рекогносцировочного обследования [28], проявления мелких оползней встречаются как на левом, так и правом береговых склонах р. Сетунь. Склоны являются достаточно высокими, сложены с поверхности техногенными грунтами. Местами рельеф достаточно крутой, в нижней-средней частях склона видны оползневые уступы и склон имеет ступенеобразный характер. На склонах развиваются поверхностные оползни по механизму скольжения и разжижения-течения [23].

2 РАСЧЕТЫ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА ПО ПРОГРАММЕ GEOSTAB

2.1 Методика исследований

Оценка оползневой опасности осуществляется проведением серии расчетов устойчивости с использованием программного комплекса **Geostab** (версия 4.1.2.4090).

В соответствии с нормативными документами (раздел 5.2 СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов основные положения) при исследовании общей и местной устойчивости склона учитывались нормативные требования к величине коэффициента запаса K_{st} для основного сочетания нагрузок при обеспечении длительной устойчивости склона.

При расчете склона соблюдались условия:

$$\psi F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R, \quad (2.1)$$

где ψ - коэффициент сочетания нагрузок (для основного сочетания нагрузок эксплуатационного периода $\psi = 1$, для строительного периода $\psi = 0.95$); F - расчетное значение обобщенного сдвигающего воздействия на призму обрушения, определяемое с учетом коэффициентов надежности по нагрузке; γ_c - коэффициент условий работы ($\gamma_c=0.9$ для глинистых грунтов в стабилизированном состоянии [8]); γ_n - коэффициент надежности по назначению сооружения, принимаемый равным от 1.25 до 1.1 в зависимости от уровня ответственности проектируемой инженерной защиты ($\gamma_n=1.0$ для природных склонов; $\gamma_n=1.2$ для высокого уровня ответственности (1б) [СП 116.13330.2012]); R - расчетное значение обобщенного сопротивления грунтового массива сдвигающему воздействию на призму обрушения, определяемое с учетом коэффициента надежности по грунту.

Отношение $\gamma_n \psi / \gamma_c$, называется нормированным значением коэффициента устойчивости склона (откоса) и обозначается [K_{st}].

На участке проектирования соединительных веток метро устойчивость склона для основного сочетания нагрузок должна обеспечиваться со значениями не менее $K_{st}=1,33$.

Для **строительного периода** устойчивость склона для основного сочетания нагрузок должна обеспечиваться со значениями не менее $K_{st}=1,26$.

Исследование устойчивости склона осуществлялось преимущественно в отношении вероятности развития неглубоких поверхностных оползней, распространенных в долине р. Сетунь, но также и с учётом очертания поверхностей скольжения, характерных для глубоких блоковых оползней (связанных с деформированием юрских глинисты отложений). Исследовалась общая и локальная устойчивость склона путем поиска очертания поверхности скольжения с наименьшим значением коэффициента устойчивости K_{st} . В расчетах учтены

возможные изменения уровня подземных вод, подрезки склона при проходке котлованов линий метро.

В расчетах исследованы различные варианты положения отметок террасирования склона и пригружающей нижнюю часть склона проектируемой насыпи. Расчетами также оценивалась локальная устойчивость отдельных геоморфологических элементов и участков склона в отношении вероятности развития поверхностных оползней.

2.2 Краткая характеристика программы GEOSTAB

Программа Geostab предназначена для оценки общей и локальной устойчивости природных и искусственных склонов, откосов или котлованов в условиях сложной геологической ситуации. Расчет коэффициента устойчивости выполняется по трем методам:

- 1) метод кругло-цилиндрических поверхностей скольжения (Филлениуса-Терцаги);
- 2) метод касательных сил (для призм с произвольной поверхностью скольжения);
- 3) метод Г.М. Шахунянца.

Применение данных методов расчета [13, 26] для оценки устойчивости склонов регламентируется рядом нормативных документов [4, 5, 6], в частности, СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.

Программа позволяет определить оползневое давление на предполагаемую ограждающую конструкцию по методу Г.М. Шахунянца.

Коэффициент устойчивости и оползневое давление определяются с учетом внешних нагрузок (сосредоточенные или распределенные силы, сейсмичность, действие подземных вод).

В расчетах учитывается сдвигающее воздействие подземных вод (на расчетном разрезе задается пьезометрический уровень).

В расчетах имеется возможность определить положение круглоцилиндрической поверхности скольжения с минимальным коэффициентом устойчивости, или с допустимым коэффициентом устойчивости при максимальном объеме призмы сдвига (рис. 2.1).

Программа GeoStab сертифицирована на соответствие нормативным документам: СП 50-101-2004, СП 32-104-98, СП 116.13330.2012 (СНиП 22-02-2003) (Приложение 3).

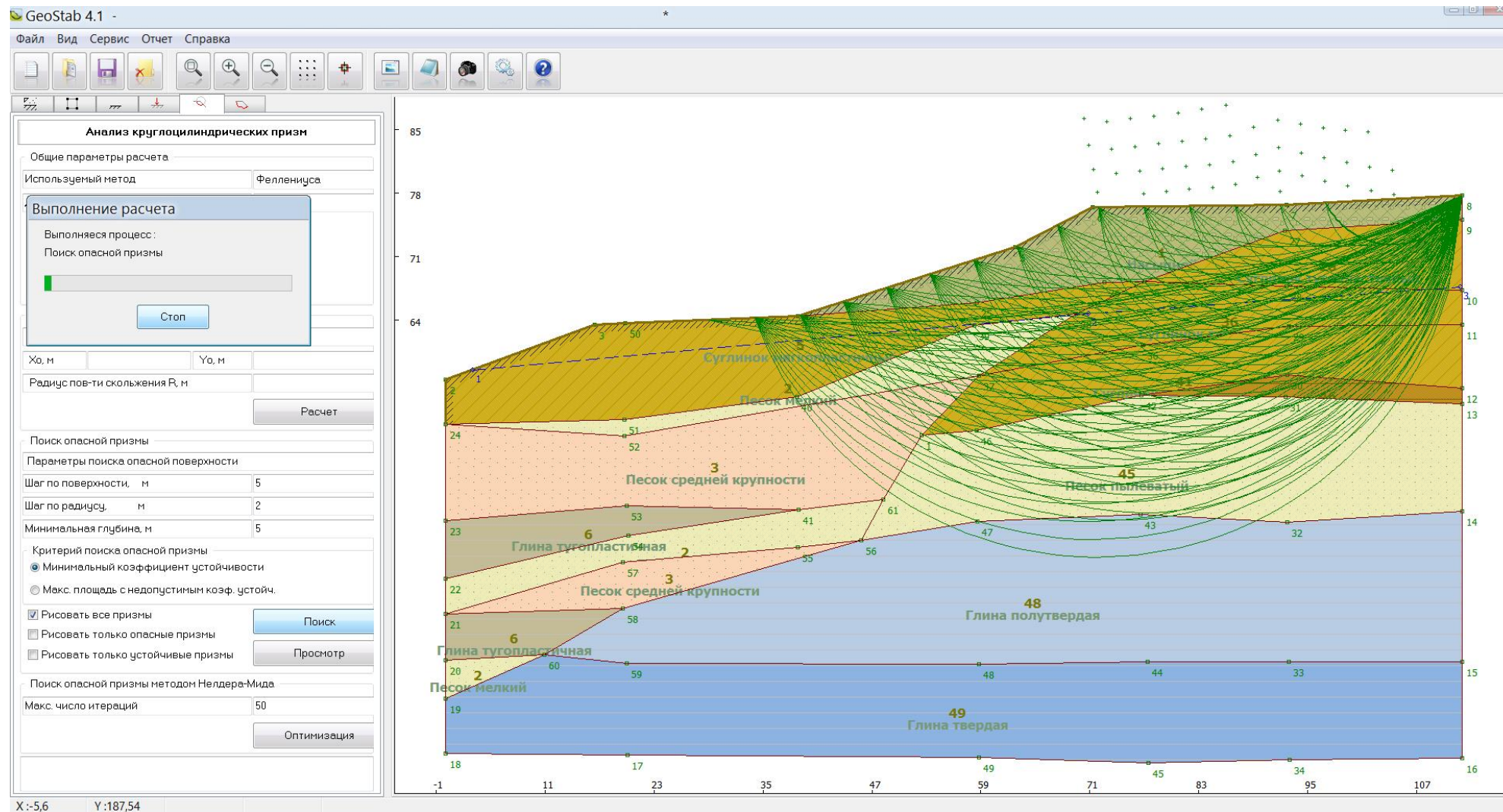


Рис. 2.1. Интерфейс программы расчета устойчивости Geostab. Показа функция поиска поверхности скольжения с минимальным значением коэффициента устойчивости склона K_{st} .

2.3 Характеристика расчетных вариантов и анализ результатов расчетов

Расчеты устойчивости, в соответствии с Техническим заданием, на исследуемом участке долины р. Сетунь выполнены по профилям ПК 1+20, ПК 1+43, ПК 1+60, ПК 1+80, ПК 2+00, ПК 2+20 и ПК 2+40, расположенным на левом берегу р. Сетунь (см. рис. 1.3).

Расчетные створы ориентированы по падению склона, начинаются с отметок выложенной верхней части «плато», представленной выложенной территорией на гипсометрическом уровне Аминьевского шоссе (отметки 148–150 м), и опускаются на пойму р. Сетунь.

При строительстве левого пути метро в районе створов на ПК 2-20, ПК 2-40, согласно проектным решениям, осуществляется строительство в котловане, с выемкой грунта склона, и отсыпкой откоса по завершении строительных работ.

Расчетные профили построены на основе инженерно-геологических материалов (разрезов и колонок), представленных отчете по инженерно-геологическим изысканиям [27].

Расчетами исследовалась как локальная устойчивость склона (устойчивость отдельных частей склона), так и общая устойчивость склона (устойчивость склона на всю его высоту).

В расчетах устойчивости склонов учтены:

- негативное влияние уровня подземных вод (УГВ), с учетом его возможного колебания, возможный подъем уровня воды в русловой части;
- возможное снижение прочностных характеристик грунтов, залегающих в нижней части склона вследствие развития поверхностных оползневых смещений;
- техногенная нагрузка от строящихся линий метро: подрезки нижней части склона при производстве строительных работ, при формировании покровных оползней при разгрузке грунтовых вод, влияние проектируемых насыпей, нагрузка от строительной техники (7 т/м^2).

Расчетные показатели физико-механических свойств грунтов, представлены в табл. 1.1. В расчетах использованы физико-механические характеристики грунтов преимущественно в коренном залегании (пиковые значения).

В расчетах по створу ПК 1+20 для грунтов ИГЭ-41 (моренные суглинистые отложения), залегающих в основании откоса, были использованы также характеристики повторного сдвига (показатели уменьшены на 30% относительно пиковых величин – первого сдвига) ввиду наличия в основании склона ступени, предположительно оползневого характера [28].

Для техногенных грунтов в материалах технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий на стадии «Рабочая документация» по объекту: «Юго-западный участок третьего пересадочного контура, станция метро «Проспект Вернадского» - станция метро «Можайская» 7 этап: «Участок линии от станции «Аминьевское шоссе» до станции «Можайская», выполненных ООО «Инженерстрой» в 2019 г. [28], приведены следующие расчетные значения (Том 6, приложение 2.11.1): $\rho=1,82 \text{ г/см}^3$; $c= 17 \text{ кПа}$, $\varphi=22^\circ$. Для тела отсыпаемого контрбанкета принимались данные характеристики.

При прочности насыпных грунтов в 100 кПа, они должны характеризоваться показателями $c= 35 \text{ кПа}$, $\varphi=20^\circ$.

Характеристика вариантов расчетов и полученные коэффициенты запаса устойчивости по каждому расчетному варианту приведены в табл. 2.1.

Детальная информация о расчетном варианте, принимаемых характеристиках грунтов и получаемых оползневых давлениях в различных сечениях оползневого тела применительно к рассматриваемому в расчетном варианте очертанию поверхности скольжения, представлены в Приложении 4.

Также выполнены расчеты устойчивости по заданным потенциально возможным поверхностям скольжения произвольного очертания (по методу Г.М. Шахунянца).

Всего было выполнено 48 вариантов расчетов устойчивости рассматриваемого склона по предоставленным Заказчиком различным сечениям по программе Geostab.

Таблица 2.1. Результаты расчетов устойчивости склона по программе GeoStab.

№ п/п	Вариант расчета	Характеристика варианта расчета	Коэффициент устойчивости K_{st}	Примечания*
Расчетный створ по ПК 1+20				
1	120-1	Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод (УГВ) заданы по данным изысканий. ПС выходит к основанию откоса.	0.65	Общая
2	120-2	В отличие от варианта 120-1, рассмотрена более глубокая ПС (в ИГЭ 41).	1.58	Общая
3	120-3	В отличие от варианта 120-1, повышены характеристики техногенных грунтов до значений $c= 17 \text{ кПа}$, $\varphi=22^\circ$ [28]. Та же ПС.	1.40	Общая
4	120-4	Прочностные характеристики ИГЭ 41 снижены на 30%, а для ИГЭ 1 приняты как в варианте 120-3. ПС в грунтах ИГЭ 41.	1.58	Общая
5	120-5	В отличие от варианта 120-4, ПС в грунтах ИГЭ 41. С учетом отсыпки насыпи при планировке откоса.	0.93	Общая
6	120-6	В отличие от варианта 120-5, пиковые характеристики грунтов ИГЭ 41.	1.11	Общая
7	120-7	В отличие от варианта 120-6, характеристики техногенных грунтов: $c= 17 \text{ кПа}$, $\varphi=22^\circ$.	1.17	Общая

№ п/п	Вариант расчета	Характеристика варианта расчета	Коэффициент устойчивости K_{st}	Примечания*
8	120-8	В отличие от варианта 120-7, с учетом контрбанкета в нижней части склона на отметке 137-139 м.	1.45	Общая
9	120-9	В отличие от варианта 120-8, с учетом нагрузки от строительной техники в верхней части склона (7 т/м ²).	1.35	Общая
Расчетный створ по ПК 1+43				
10	143-1	Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод (УГВ) заданы по данным изысканий. ПС выходит к основанию откоса, проходит в песках ИГЭ 30.	1.23	Общая
11	143-2	В отличие от варианта 143-1, рассмотрена более глубокая ПС в песках ИГЭ 38.	1.36	Общая
12	143-3	Устойчивость откоса с учетом планировочных решений по срезке откоса.	1.55	Локальная
13	143-4	В отличие от варианта 143-3, с учетом повышения УГВ.	1.40	Общая
14	143-5	Рассматривается более глубокая ПС, опускающаяся в пески ИГЭ 38. С учетом срезки откоса.	1.75	Общая
15	143-6	В отличие от варианта 143-5, с учетом подрезки нижней части склона при проходке правого тоннеля (без крепления стен из БСС). Повышенный уровень грунтовых вод.	1.25	Общая
16	143-7	В отличие от варианта 143-6, УГВ по данным изысканий.	1.43	Общая
17	143-8	В отличие от варианта 143-6, с учетом подрезки склона при проходке тоннеля. По методу Г.М. Шахунянца.	1.41	Общая
18	143-9	В отличие от варианта 143-6, устойчивость откоса до срезки верхней части склона. С учетом подрезки нижней части склона.	1.06	Общая
Расчетный створ по ПК 1+60				
19	160-1	Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод (УГВ) заданы по данным изысканий. Поверхность скольжения (ПС) неглубокая и выходит в основании откоса.	0.98	Общая
20	160-2	Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод (УГВ) заданы по данным изысканий. Поверхность скольжения (ПС) опускается в суглинистые грунты ИГЭ-41.	1.33	Общая
21	160-3	В отличие от варианта 160-1, с учетом террасирования откоса. Устойчивость верхней части откоса.	1.16	Локальная
22	160-4	В отличие от варианта 160-1, с учетом планировочных решений по срезке откоса и с контрбанкетом. ПС в ИГЭ-41.	1.73	Общая
23	160-5	Пиковые характеристики грунтов. ПС в ИГЭ-41. С учетом террасирования склона и его подрезкой.	1.60	Общая
24	160-6	Устойчивость в отношении покровных оползней, по Г.М. Шахунянцу.	1.64	Общая
25	160-7	В отличие от варианта 160-3, характеристики техногенных грунтов по данным обратных расчетов ($c=14$ кПа; $\varphi=13^\circ$).	1.36	Локальная
Расчетный створ по ПК 1+80				
26	180-1	Устойчивость естественного склона. Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод (УГВ) заданы по данным изысканий. Поверхность скольжения (ПС) в грунтах ИГЭ 1, выходит в основании откоса.	0.71	Общая
27	180-2	В отличие от варианта 180-1, рассмотрена ПС более глубокая, опускающаяся в грунты ИГЭ 38.	1.27	Общая
28	180-3	В отличие от варианта 180-2, с учетом срезки откоса и пригрузки контрбанкетом до абс.отм. 137.0 м.	1.74	Общая
29	180-4	В отличие от варианта 180-3, с учетом возможной подрезки склона проходкой тоннеля. УГВ повышен на 2 м. Та же ПС, что в варианте 180-3.	1.45	Общая
Расчетный створ по ПК 2+00				
30	200-1	Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод	0.70	Общая

№ п/п	Вариант расчета	Характеристика варианта расчета	Коэффициент устойчивости K_{st}	Примечания*
		(УГВ) заданы по данным изысканий. Поверхность скольжения (ПС) в грунтах ИГЭ 1, выходит в основании откоса.		
31	200-2	Условия варианта 200-1. Та же ПС. С учетом срезки (выполаживания) откоса.	0.93	Общая
32	200-3	Прочностные характеристика для грунтов ИГЭ-1, приняты полученные обратным расчетом ($c=14$ кПа; $\varphi=13^\circ$). С учетом контрбанкета в нижней части склона.	1.58	Общая
33	200-4	Устойчивость спланированного откоса с учетом выемки грунта под котлован правого пути без крепления (без распорок) стен в грунте.	1.44	Общая
34	200-5	В отличие от варианта 200-4, с учетом подъема УГВ на 2 м.	1.35	Общая
35	200-6	В отличие от варианта 200-5, менее глубокая ПС. По Г.М. Шахунянцу.	1.37	Общая
Расчетный створ по ПК 2+20				
36	220-1	Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод (УГВ) заданы по данным изысканий. Поверхность скольжения в техногенных грунтах ИГЭ 1.	0.80	Общая
37	220-2	Прочностные характеристики грунтов и уровень грунтовых вод (УГВ) заданы по данным изысканий. Глубокая ПС, в грунтах ИГЭ 36.	1.53	Общая
38	220-3	В отличие от варианта 220-1, свойства техногенных грунтов увеличены (по данным обратных расчетов ($c=14$ кПа; $\varphi=13^\circ$)). Та же ПС.	1.36	Общая
39	220-4	В отличие от варианта 220-2, с учетом планировочных решений по уполаживанию склона и с контрбанкетом.	1.86	Общая
40	220-5	Устойчивость откоса выемки левого пути.	1.14	Локальная
41	220-6	В отличие от варианта 220-5, с учетом свайной стенки в котловане левого пути на восприятие оползневого давления 6 т/м.	1.27	Локальная
42	220-7	В отличие от варианта 220-5, с учетом бермы в верхней части склона.	1.29	Локальная
Расчетный створ по ПК 2+40				
43	240-1	Устойчивость верхней части откоса, в случае подрезки склона в средней части при строительстве котлована под тоннель левого пути. ПС в грунтах ИГЭ 1.	0.96	Локальная
44	240-2	Прочностные характеристики грунтов и УГВ заданы по данным изысканий. Поверхность скольжения (ПС) опускается в грунты ИГЭ 38.	1.39	Общая
45	240-3	В отличие от варианта 240-1, с учетом выполаживания откоса.	1.63	Локальная
46	240-4	В отличие от варианта 240-2, с учетом планировочных мероприятий.	1.93	
47	240-5	Устойчивость откоса над выработкой левого тоннеля.	1.04	Локальная
48	240-6	В отличие от варианта 240-5, с учетом бермы (временной) в верхней части откоса.	1.26	Локальная

*Оценка локальной/общей устойчивости склона. УГВ – уровень грунтовых вод; ПС – поверхность скольжения.

Стоит отметить, что для техногенных суглинков ИГЭ-1 по данным изысканий [27] приняты достаточно низкие показатели прочностных характеристик ($c=5$ кПа, $\varphi=13^\circ$).

В связи с отсутствием оползневых трещин в верхней части склона (по данным обследования), были выполнены обратные расчеты, из предположения, что склон находится в предельном состоянии по наиболее крутому и высокому участку склона, и получены следующие значения прочностных характеристик для техногенных грунтов – сцепления $c=14$ кПа и угла внутреннего трения $\varphi=13^\circ$ (по наиболее крутому створу ПК 1+20), которые также были использованы в расчетах устойчивости.

2.4 Результаты расчетов устойчивости

Как показывают результаты расчетов устойчивости, в исходном состоянии склоны не обладают достаточным запасом устойчивости, по некоторым створам склон находится в близком к предельному состоянию ($K_{st}=0.65-1.23$, первые варианты расчета для всех створов). Стоит подчеркнуть, что потенциальная поверхность скольжения при этом рассматривалась в насыпных грунтах ИГЭ 1.

При рассмотрении более глубоких поверхностей скольжения устойчивость естественного склона сохраняется: $K_{st}=1.27-1.58$ (варианты 120-2, 143-2, 160-2, 180-2, 220-2, 240-2), однако со значениями ниже требуемых.

При отсыпке высокой насыпи на ПК 1+20 необходимо придать ей требуемый запас устойчивости, что может быть достигнуто при отсыпке контрбанкета в нижней части откоса на отметке 137-139 м (как контрбанкет и по другим створам): $K_{st}=1.45$ (вариант 120-8). При этом, при учете в расчетах нагрузки от строительной техники в верхней части откоса снижает его устойчивость, однако остается на необходимом уровне $K_{st}=1.35$ (вариант 120-9).

Планировочные мероприятия по выполаживанию откоса, его террасированию и пригрузке контрбанкетом позволяют придать склону требуемый запас устойчивости по створам ПК 1+43 ($K_{st}=1.40-1.75$, варианты 143-3 – 2143-5), ПК 1+60 ($K_{st}=1.73$, вариант 160-4), ПК 1+80 ($K_{st}=1.74$, вариант 180-3), ПК 2+00 ($K_{st}=1.58$, вариант 200-3), ПК 2+20 ($K_{st}=1.86$, вариант 220-4), ПК 2+40 ($K_{st}=1.63-1.93$, варианты 240-3, 240-4), даже с учетом подъема УГВ.

На пикетах, начиная с ПК 2+00, проходка тоннеля левого пути на склоне осуществляется открытым способом с откосами, которым необходимо обеспечить устойчивость на период строительных работ (верховой откос), что может быть обеспечено креплением котлована в основании откоса, либо дополнительной временной срезкой верхней части откоса выемки. При этом устойчивость откосов выемки повышается со

значений $K_{st}=1.04-1.14$, варианты 220-5, 240-5 до значений $K_{st}=1.26-1.29$, варианты 220-6, 220-7, 240-6.

Рассмотрена гипотетическая подрезка склона при сооружении тоннеля по правому пути (без крепления котлована распорами). При этом с учетом выполненных планировочных мероприятий на откосе (его выколаживание и пригрузка контрбанкетом на отм. 137.0 м) устойчивость склона снижается до значений $K_{st}=1.25$ (вариант 143-6), $K_{st}=1.60$ (вариант 160-5), $K_{st}=1.44$ (вариант 200-4). При этом, склон сохраняет свою устойчивость.

Проходку тоннелей рекомендуется осуществлять после выполнения планировочных мероприятий по выколаживанию откоса и его пригрузке контрбанкетом на отметке 137.0 м, проходку осуществлять небольшими интервалами, с обеспечением надежного крепления стенок котлована распорками, либо анкерами.

Как показали результаты расчетов, необходимо обеспечить устойчивость создаваемой насыпи в районе ПК 1+20, что может быть обеспечено пригрузкой откоса контрбанкетом.

В целом, как показывают результаты расчетов устойчивости, комплекс планировочных мероприятий позволяет обеспечить устойчивость рассматриваемого склона. Однако необходимо обеспечить последовательность выполнения строительных работ (первоочередность планировочных мероприятий, затем проходка траншей/котлованов), а также надежность крепления ограждающих котлованы конструкций, с обязательным инструментальным контролем состояния склонового грунтового массива (глубинный контроль по инклинометрическим скважинам – деформационный мониторинг) на период до начала строительных работ, в период строительства и эксплуатации объекта.

3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ И МОНИТОРИНГУ

Исследования устойчивости склона в месте проектируемого строительства соединительных веток метро выполнены с применением программного комплекса GeoStab (v.4.1.2.4090).

Всего было выполнено 48 вариантов расчетов устойчивости склона по предоставленным различным сечениям склона (Приложение 4).

Расчеты показали, что высокий левобережный склон р. Сетунь в естественном состоянии не имеет достаточной устойчивости как в отношении поверхностей скольжения, располагаемых в техногенных грунтах (ИГЭ 1), так и с более глубоким базисом оползания (расположенным в грунтах ИГЭ 36, ИГЭ 38, ИГЭ 41), выходящим на уровне уреза р. Сетунь.

Рассмотрены представленные варианты укрепления склона для обеспечения требуемых нормативных значений коэффициента устойчивости ($K_{st} > 1.33$): путем террасирования и выполаживания откоса, в сочетании с пригрузкой нижней части откоса контрбанкетом до отметки 137.0 м.

Согласно выполненным расчетам устойчивости на первом этапе выполнения работ по договору по оценке оползневой опасности рассматриваемого склона, было рекомендовано выполнить работы по террасированию (срезке) склона, работы по пригрузке нижней части склона, работы по инъекционному закреплению массива методом «Геокомпозит», и обустройству шпунтового ограждения вдоль фронтальной части отсыпаемого в старице контрбанкета.

Оценка устойчивости склона выполнена на основе данных об инженерно-геологическом строении склона и территории старицы р. Сетунь, представленных в материалах инженерно-геологических изысканий [27].

На стадии разработки «рабочей документации» по рассматриваемому объекту могут потребоваться уточняющие расчеты устойчивости рассматриваемого склона.

Можно отметить, что проектируемое террасирование склона и пригрузка нижней части откоса контрбанкетом (насыпью) благоприятно сказывается на устойчивости склона и позволяет, согласно результатам расчетов, обеспечить откосу требуемый запас устойчивости.

Вместе с тем, сооружению тоннелей должны предшествовать планировочные работы по террасированию склона, а также пригрузка нижней части склона насыпью-контрбанкетом. Рекомендуется выполнить срезку в верховой прибровочной части даже в несколько большем объеме, с последующим восстановлением отметок на проектном уровне, чтобы разгрузить

склон и уменьшить вероятность оползневых смещений при разработке котлованов под тоннель в основании склона.

На пикетах, начиная с ПК 2+00, проходка тоннеля левого пути на склоне осуществляется открытым способом с откосами, которым необходимо обеспечить устойчивость на период строительных работ (верховой откос над выемкой), что может быть обеспечено креплением котлована в основании временного откоса, либо **дополнительной** временной срезкой верхней части откоса над выемкой.

Не рекомендуется проходка тоннеля в нижней части склона протяженным фронтом. Проходку котлована желательно выполнять интервально. Необходимо избежать создания протяженной подрезки склона и условий для формирования протяженных оползневых блоков по механизму оползней сжатия-выдавливания.

Вместе с тем необходимо обеспечить устойчивое состояние ограждающих конструкций котлована с верховой стороны котлована тоннеля (со стороны откоса), чтобы избежать податливости, смещения ограждающей котлован тоннеля стенки из буросекущих свай, и развития деформаций вверх по склону.

В случае открытой проходки тоннелей и создании глубоких котлованов, как в нижней части склона (при строительстве тоннеля правого пути), так и на откосной части склона при проходке котлована левого пути, необходимо обеспечить устойчивость и надежное крепление стен в грунте (соответствующее заглубление ниже потенциальных поверхностей скольжения, анкерное крепление верхних частей стены и пр.). Желательно заглубление (заделка) нижних концов свай ограждающих конструкций в кровлю юрских глин.

Стоит обратить внимание, что инженерно-геологический разрез основания склона сложен пылеватými песками ИГЭ-38, ИГЭ-45, характеризующимися виброползучестью. В связи с этим, техногенную нагрузку от тоннелей посредством свай-стоек необходимо передать **на горизонт юрских глин**.

Также стоит иметь в виду, что при вибрационном воздействии на данные грунты, может происходить снижение их связности, несущей способности, увеличение деформируемости грунтового массива. В связи с этим, необходимо организовать глубинный деформационный мониторинг за развитием оползневых смещений. Подготовка оползневых деформаций идет относительно медленно. В связи с этим, при наличии глубинного деформационного мониторинга будет возможность контролировать состояние склонового грунтового массива и принимать необходимые дополнительные защитные мероприятия (например, выполнить дополнительную пригрузку нижней части склона, закрепление

массива, ограждающую шпунтовую стенку, либо др.) при развитии подготовки оползневых смещений.

В целом, как показывают результаты расчетов устойчивости, комплекс планировочных мероприятий позволяет обеспечить устойчивость рассматриваемого склона. Однако необходимо обеспечить последовательность выполнения строительных работ (первоочередность планировочных мероприятий, затем проходка траншей/котлованов), надежность крепления ограждающих котлованы конструкций, а также **инструментальный контроль состояния склонового грунтового массива.**

При создании контрбанкета в нижней части насыпи **необходимо обеспечить ему устойчивое основание** (в основании откоса расположена заболоченная старица р. Сетунь, с возможными прослоями торфа, илов и пр.), чтобы не спровоцировать оползневых деформаций самого контрбанкета, с распространением оползневых смещений вверх по склону, с захватом сооружений метро. Наличие слабых прослоев будет уточнено по результатам инженерно-геологических изысканий в нижней части склона. При необходимости, устойчивость контрбанкета может быть обеспечена укреплением грунтов основания контрбанкета с применением шпунтового ограждения, либо метода «Геокомпозит» (в случае наличия в основании контрбанкета прослоев слабых грунтов).

Также стоит иметь в виду, что контрбанкет находится в старице реки, а уровень воды в ней может достигать отметки 135,3 м. В связи с этим рекомендуется защитить фронтальную часть контрбанкета от эрозионного воздействия реки (геоматы, бетонные плиты, или другое), от размыва и оплывания.

Необходимо предусмотреть перехватывающий ливневой дренаж в верхней части склона, и не допускать сброс воды (в т.ч. технической) и снега на склон.

Рекомендации по мониторингу

Проектируемые соединительные ветки метро и сопутствующие сооружения являются объектом повышенного уровня ответственности. Ответственные сооружения линии метрополитена располагаются на склоновой территории левого берега р. Сетунь.

Согласно выполненным результатам исследований, рассматриваемый склон является потенциально оползнеопасным в отношении развития неглубоких/покровных оползневых смещений.

В соответствии с вышеизложенным, а также в соответствии с нормативными документами [4–7] **необходим мониторинг за состоянием склонов и расположенными на нём сооружениями в целях обеспечения безопасного их функционирования.**

Таким образом, необходимо организовать наблюдения за состоянием склонового грунтового массива и состоянием проектируемых сооружений. Геотехнический мониторинг может быть как периодическим, осуществляться с применением средств визуального и инструментального контроля, так и непрерывным, с применением автоматизированных систем [6]. При выполнении инструментальных наблюдений, осуществляемых в режиме посещения, выполняется также визуальное обследование состояния оползнеопасных откосов, а также состояния инженерных сооружений на предмет появления трещин на поверхности склона и сооружениях, деформаций конструкций, появления водопроявлений и пр.

Визуальный и инструментальный мониторинг рекомендуется выполнять до начала и во время строительства, а также в период эксплуатации ответственного сооружения.

Рекомендуемая **система мониторинга** для контроля возможных оползневых деформаций на склоне включает:

- 8 точек инклинометрического контроля (ТИК), работающие в режиме посещения.

Размещение точек инклинометрического мониторинга представлено на рис. 3.1. Глубина инклинометрических скважин: 15–30 м.

Выполнять измерения рекомендуется с периодичностью 2–3 раза в месяц на период строительства тоннелей метрополитена, далее в 2–4 раза в год. Периодичность измерений может быть скорректирована по результатам выполнения мониторинговых работ, а также быть согласована с этапами выполнения горнопроходческих работ. При необходимости частота выполнения инструментальных измерений может быть увеличена.

Высокоточные инклинометрические наблюдения позволяют контролировать деформационное состояние массива, определить появление деформирования грунтового массива и глубину поверхности скольжения, проследить динамику оползневых смещений.

Точность инклинометра, например, итальянского фирмы SISGEO (рис. 3.2) составляет ± 4 мм на 30 п.м.

Инклинометрический зонд используется для измерения угла отклонения ствола скважины от вертикального положения. Пробуренная до проектной глубины скважина обсаживается специализированной обсадной инклинометрической трубой, в которой ведутся измерения при помощи инклинометрического зонда.

По инклинометрическим скважинам также можно осуществлять в процессе измерений контроль положения **уровня грунтовых вод (УГВ)**.

И1 (20 м)

Рис. 3.1. Схема размещения точек сети оползневого мониторинга.

31

в полной мере контролировать глубокие оползневые смещения, тем более установленные на поверхности массива насыпных грунтов, испытывающего неравномерные оседание вследствие консолидации (уплотнения) техногенных отложений.

Результаты инклинометрических наблюдений позволяют оценить величину горизонтального перемещения грунта и определить глубину поверхности смещения (либо ее подготовку на начальном (допредельном) этапе развития деформаций).

По данным инклинометрического мониторинга контролируется характер деформационных процессов в склоновом грунтовом массиве, глубинность, величины и скорости возможных оползневых деформаций для предупреждения опасной активизации оползневых процессов и своевременного принятия необходимых управленческих защитных мероприятий (например, дополнительной разгрузке верхней части склона, пригрузке нижней части откосы, усиление стен в грунте, устройство шпунта и пр.).

Начальный (подготовительный) этап развития оползневых смещений, как правило, протекает медленно.

По данным инклинометрических наблюдений с высокой точностью (доли мм) выявляется глубина развития деформаций, мощность смещаемых отложений, глубина и наличие поверхности скольжения.

Стоит отметить, что массив техногенных грунтов может испытывать деформации оседания, связанные с уплотнением (консолидацией) насыпных грунтов.

Опасными для развития оползневого процесса и строящихся тоннелей следует считать величины незатухающих оползневых смещений величиной:

- > 5 мм/мес. по поверхности скольжения (ПС) при глубине оползневых смещений 3–5 м;
- > 2-3 мм/мес. при глубине ПС 5–10 м;
- > 1-2 мм/мес., при глубине ПС 10–20 м.

Также важным является факт, фиксируются ли оползневые смещения по одной, либо двум скважинам, расположенным в одном створе (в верхней и нижней части склона), а также по площади развития оползневых деформаций (по нескольким соседним сечениям склона).

Результаты оползневого мониторинга должны сопоставляться с данными геотехнического мониторинга за состоянием сооружений и конструкций тоннелей. При возникновении деформаций по образовавшейся поверхности скольжения необходимо службе текущего контроля за состоянием конструкций тоннеля провести обследование состояния тоннеля на участке с выявлением возможных дефектов (трещин, фильтрации воды, нарушений в обделке тоннеля и др.). Если анализ результатов обследований покажет, что

имеется связь изменения состояния тоннеля с активностью оползня (по данным инклинометрии и обследования) необходимо принимать управленческие решения по усилению и защите конструкций тоннеля и проведению защитных мероприятий по предотвращению развития оползневых деформаций на рассматриваемом участке склона.

При появлении оползневых подвижек необходимо проводить визуальное обследование склоновой территории, состояния сооружений, увеличивать частоту выполнения мониторинговых наблюдений и принимать решения по дополнительным мерам инженерной защиты.



Рис. 3.2. Комплект оборудования для скважинной инклинометрии.

Ожидаемые результаты. По данным инклинометрического мониторинга выявляются начальная стадия деформирования грунтового массива при подготовке оползневых смещений, глубина и величины возможных оползневых смещений, деформаций грунтового склонового массива.

Данные мониторинга позволяют осуществлять:

- **прогноз** изменений состояний грунтового массива для оценки безопасности функционирования сооружений метрополитена и обоснования решений по необходимым мероприятиям в экстренных ситуациях;
- **контроль** эффективности и достаточности принятых проектных решений по защитным мероприятиям, предусмотреть выполнение дополнительных мероприятий в случае необходимости.
- **контроль** осуществления строительных работ и состояния массива;

- **прогноз** активизации и развития оползневых деформаций на склоне и заблаговременное предупреждение о приближении возможных экстренных ситуаций, **снижать риски**, связанные с формированием оползневых смещений на склоне;

- **сопоставлять результаты взаимосвязей** показаний точек контроля по данным мониторинга состояния сооружений метрополитена, конструктивных элементов сооружений (тоннеля, порталов и пр.), сооружений инженерной защиты и оползневых деформаций склонового грунтового массива, контролировать эффективность выполненных мероприятий инженерной защиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тема «Расчеты устойчивости склона на пикетах трассы ПК 1+20 – ПК 2+40 (7 створов), с учетом проектируемых планировочных решений (вариант 2) на участке проектирования и строительства соединительных веток метрополитена через реку Сетунь» выполнена ООО «НПО ГЕОЦЕНТР» на основании дополнительного соглашения №2 от 20.04.2021 г. к договору № 24-08/2020 от 11.09.2020 г. с АО «Метрогипротранс», в соответствии с Техническим заданием (Приложение 1).

Объектом исследований является левобережный береговой склон р. Сетунь, где проектируются тоннели соединительных веток метро и порталные части тоннелей от ст. «Давыдково», ведущие к эстакаде, пересекающей долину р. Сетунь.

Целью исследований по теме является оценка устойчивости склона на пикетах трассы ПК 1+20 – ПК 2+40, с учетом проектируемых планировочных решений (террасирование откоса, с пригрузкой нижней части склона насыпью на отметке 137.0 м) на участке проектирования и строительства соединительных веток метрополитена через реку Сетунь.

Оценка устойчивости рассматриваемого склона в различных сечениях, с учетом проектируемых планировочных мероприятий выполнено с использованием программного комплекса Geostab (версия 4.1.2.4090).

На участке проектирования соединительных веток метро устойчивость склона для основного сочетания нагрузок должна обеспечиваться со значениями не менее $K_{st}=1.33$.

Для строительного периода устойчивость склона для основного сочетания нагрузок должна обеспечиваться со значениями не менее $K_{st}=1.26$.

Расчеты устойчивости, в соответствии с Техническим заданием, на исследуемом участке долины р. Сетунь выполнены по профилям ПК 1+20, ПК 1+40, ПК 1+60, ПК 1+80, ПК 2+00 ПК 2+20, ПК 2+40, расположенным на левом берегу р. Сетунь (см. рис. 1.3–1.10).

При строительстве левого пути метро в районе створов, начиная с ПК 2+00, согласно проектным решениям, осуществляется строительство в котловане, с откосами порядка 1:1, с выемкой грунта и последующей отсыпкой откоса по завершении строительных работ.

Расчетами исследовалась как локальная устойчивость склона (устойчивость отдельных частей склона), так и общая устойчивость склона (устойчивость склона на всю его высоту).

В расчетах устойчивости склонов учтены:

- негативное влияние уровня подземных вод (УГВ), с учетом его возможного колебания, возможный подъем уровня воды в русловой части;
- возможное снижение прочностных характеристик грунтов, залегающих в нижней части склона вследствие развития поверхностных оползневых смещений;

- техногенная нагрузка от строящихся линий метро: подрезки нижней части склона при производстве строительных работ, при формировании покровных оползней при разгрузке грунтовых вод, влияние проектируемых насыпей, нагрузка от строительной техники (7 т/м^2).

Всего было выполнено 48 вариантов расчетов устойчивости рассматриваемого склона по предоставленным Заказчиком различным сечениям по программе Geostab.

Как показывали результаты расчетов устойчивости, в исходном состоянии склоны не обладают достаточным запасом устойчивости, по некоторым створам склон находится в близком к предельному состоянию ($K_{st}=0.65-1.23$). Стоит подчеркнуть, что потенциальная поверхность скольжения при этом рассматривалась в насыпных грунтах ИГЭ 1.

При рассмотрении более глубоких поверхностей скольжения устойчивость естественного склона сохраняется, однако со значениями ниже требуемых $K_{st}>1.33$.

При отсыпке высокой насыпи на ПК 1+20 необходимо придать ей требуемый запас устойчивости, что может быть достигнуто при отсыпке контрбанкета в нижней части откоса на отметке 137–139 м (как контрбанкет и по другим створам).

Планировочные мероприятия по выполаживанию откоса, его террасированию и пригрузке контрбанкетом позволяют придать склону требуемый запас устойчивости по другим рассмотренным створам (ПК 1+43, ПК 1+60, ПК 1+80, ПК 2+00, ПК 2+20, ПК 2+40, с учетом возможного подъема УГВ).

На пикетах, начиная с ПК 2+00, проходка тоннеля левого пути на склоне осуществляется открытым способом с откосами, которым необходимо обеспечить устойчивость на период строительных работ (верховой откос), что может быть обеспечено креплением котлована в основании откоса, либо дополнительной временной срезкой верхней части откоса выемки.

Проходку тоннелей рекомендуется осуществлять после выполнения планировочных мероприятий по выполаживанию откоса и его пригрузке контрбанкетом на отметке 137.0 м, проходку осуществлять небольшими интервалами, с обеспечением надежного крепления стенок котлована распорками, либо анкерами.

В целом, как показывают результаты расчетов устойчивости, комплекс планировочных мероприятий позволяет обеспечить устойчивость рассматриваемого склона. Однако необходимо обеспечить последовательность выполнения строительных работ (первоочередность планировочных мероприятий, затем проходка траншей/котлованов), а также надежность крепления ограждающих котлованы конструкций, с обязательным

инструментальным контролем состояния склонового грунтового массива (глубинный контроль по инклинометрическим скважинам – деформационный мониторинг) на период до начала строительных работ, в период строительства и эксплуатации объекта.

Таким образом, сооружению тоннелей должны предшествовать планировочные работы по террасированию склона, а также пригрузка нижней части склона насыпью-контрбанкетом. Рекомендуется выполнить срезку в верховой приобвочной части даже в несколько большем объеме, с последующим восстановлением отметок на проектном уровне, чтобы разгрузить склон и уменьшить вероятность оползневых смещений при разработке котлованов под тоннель в основании склона.

Не рекомендуется проходка тоннеля в нижней части склона протяженным фронтом. Проходку котлована желательно выполнять интервально. Необходимо избежать создания протяженной подрезки склона и условий для формирования протяженных оползневых блоков по механизму оползней сжатия-выдавливания.

Вместе с тем необходимо обеспечить устойчивое состояние ограждающих конструкций котлована с верховой стороны тоннеля (со стороны откоса), чтобы избежать «податливости», смещения ограждающей котлован тоннеля стенки, и развития деформаций вверх по склону. В случае открытой проходки тоннелей и создании глубоких котлованов, как в нижней части склона (при строительстве тоннеля правого пути), так и на откосной части склона при проходке котлована левого пути, необходимо обеспечить устойчивость и надежное крепление стен в грунте (соответствующее заглубление ниже потенциальных поверхностей скольжения, анкерное крепление верхних частей стены и пр.). Желательно заглубление (заделка) нижних концов свай ограждающих конструкций в кровлю юрских глин.

Стоит обратить внимание, что инженерно-геологический разрез основания склона сложен пылеватými песками ИГЭ-38, ИГЭ-45, характеризующимися виброползучестью. В связи с этим, техногенную нагрузку от тоннелей посредством свай-стоек необходимо передать **на горизонт юрских глин**. Также стоит иметь в виду, что при вибрационном воздействии на данные грунты, может происходить снижение их связности, несущей способности, увеличение деформируемости грунтового массива.

Необходимо организовать глубинный деформационный мониторинг (**инструментальный контроль состояния склонового грунтового массива**) за развитием оползневых смещений. Подготовка оползневых деформаций идет относительно медленно. В связи с этим, при наличии глубинного мониторинга будет возможность контролировать состояние склонового грунтового массива и принимать необходимые мероприятия (например, выполнить дополнительную пригрузку нижней части склона, закрепление

массива, ограждающую шпунтовую стенку, либо др.) при развитии подготовки оползневых смещений.

При создании контрбанкета (насыпи) в нижней части склона **необходимо обеспечить ему устойчивое основание** (в основании откоса расположена заболоченная старица р. Сетунь, с возможными прослоями торфа, илов и пр.), чтобы не спровоцировать оползневых деформаций самого контрбанкета, с распространением оползневых смещений вверх по склону, с захватом сооружений метро. Наличие слабых прослоев в основании контрбанкета будет уточнено по результатам инженерно-геологических изысканий в нижней части склона. При необходимости, устойчивость контрбанкета может быть обеспечена укреплением грунтов основания контрбанкета с применением шпунтового ограждения, либо метода «Геокомпозит» (в случае наличия в основании контрбанкета прослоев слабых грунтов).

Также стоит иметь в виду, что контрбанкет находится в старице реки, а уровень воды в ней может достигать отметки 135,3 м. В связи с этим рекомендуется защитить контрбанкет от эрозионного воздействия (геоматы, бетонные плиты, или другое), от размыва и оплывания.

Необходимо предусмотреть перехватывающий ливневой дренаж в верхней части склона, и не допускать сброс воды (в т.ч. технической) и снега на склон.

Рекомендации по мониторингу

Проектируемые соединительные ветки метро и сопутствующие сооружения являются объектом повышенного уровня ответственности. Ответственные сооружения линии метрополитена располагаются на склоновой территории левого берега р. Сетунь.

Согласно выполненным результатам исследований, рассматриваемый склон является потенциально оползнеопасным в отношении развития неглубоких/покровных оползневых смещений.

В соответствии с вышеизложенным, а также в соответствии с нормативными документами [4–7] **необходим мониторинг за состоянием склонов и расположенными на нём сооружениями в целях обеспечения безопасного их функционирования.**

Рекомендуемая **система мониторинга** для контроля возможных оползневых деформаций на склоне включает:

- 8 точек инклинометрического контроля (ТИК), работающие в режиме посещения.

Размещение точек инклинометрического мониторинга представлено на рис. 3.1. Глубина инклинометрических скважин: 15–30 м.

Выполнять измерения рекомендуется с периодичностью 2–3 раза в месяц на период строительства тоннелей метрополитена, далее в 2–4 раза в год. Периодичность измерений может быть скорректирована по результатам выполнения мониторинговых работ, а также быть согласована с этапами выполнения строительных работ, при необходимости, частота выполнения инструментальных измерений может быть увеличена.

Опасными для развития оползневой процесса и строящихся тоннелей следует считать величины незатухающих оползневых смещений (активность оползневой процесса) величиной:

- > 5 мм/мес. по поверхности скольжения (ПС) при глубине оползневых смещений 3–5 м;
- > 2-3 мм/мес. при глубине ПС 5–10 м;
- > 1-2 мм/мес., при глубине ПС 10–20 м.

Однако принимать управленческие мероприятия и выполнять обследование склона и конструкции тоннеля необходимо до достижения критических величин оползневых смещений.

Также важным является факт, фиксируются ли оползневые смещения по одной, либо двум скважинам, расположенным в одном створе (в верхней и нижней части склона), а также по площади развития оползневых деформаций (по нескольким соседним сечениям склона).

Результаты оползневой мониторинга должны сопоставляться с данными геотехнического мониторинга за состоянием сооружений и конструкций тоннелей. При возникновении деформаций по образовавшейся поверхности скольжения необходимо службе текущего контроля за состоянием конструкций тоннеля провести обследование состояния тоннеля на участке с выявлением возможных дефектов (трещин, фильтрации воды, нарушений в обделке тоннеля и др.). Если анализ результатов обследований покажет, что имеется связь изменения состояния тоннеля с активностью оползня (по данным инклинометрии и обследования) необходимо принимать управленческие решения по усилению и защите конструкций тоннеля и проведению защитных мероприятий по предотвращению развития оползневых деформаций на рассматриваемом участке склона.

По данным скважинам также может осуществляться контроль уровня грунтовых вод (УГВ).

Ожидаемые результаты. По данным инклинометрического мониторинга выявляются начальная стадия деформирования грунтового массива при подготовке оползневых смещений, глубина и величины возможных оползневых смещений.

Данные мониторинга позволяют осуществлять:

- **прогноз** изменений состояний грунтового массива для оценки безопасности функционирования сооружений метрополитена и обоснования решений по необходимым мероприятиям в экстренных ситуациях;

- **контроль** эффективности и достаточности принятых проектных решений по защитным мероприятиям, предусмотреть выполнение дополнительных мероприятий в случае необходимости.

- **контроль** осуществления **строительных работ** и состояния массива;

- **прогноз** активизации и развития оползневых деформаций на склоне и заблаговременное предупреждение о приближении возможных экстренных ситуаций, **снижать риски**, связанные с формированием оползневых смещений на склоне;

- **сопоставлять результаты взаимосвязей** показаний точек контроля по данным мониторинга состояния сооружений метрополитена, конструктивных элементов сооружений (тоннеля, порталов и пр.), сооружений инженерной защиты и оползневых деформаций склонового грунтового массива, контролировать эффективность выполненных мероприятий инженерной защиты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

НОРМАТИВНЫЕ

1. ГОСТ 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. М.: 2010.
2. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. М.: 2013.
3. ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием (Издание с Изменением N 1).
4. СП 11-105-97. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. М.: 2000.
5. СП 420.1325800.2018 Инженерные изыскания для строительства в районах развития оползневых процессов. Общие требования. Москва. 2018 г.
6. СП 436.1325800.2018 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов. Правила проектирования. Москва. 2018 г.
7. СП 116.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения».
8. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Москва. 2017 г.
9. СП 20.13330.2011. «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М., 2011.
10. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. М., 2011.
11. СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений». М., 2005.
12. СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003 (с Изменениями N 1-4).

ОПУБЛИКОВАННЫЕ

13. Гинзбург Л.К. Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости и оползневого давления. М.: Центр. Бюро научн.-техн. инф., 1986.
14. Емельянова Е.П. Сравнительный метод оценки устойчивости склонов и прогноза оползней. М.: Недра, 1971. -104 с.
15. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. М.: Недра, 1972. 308 с.

16. Кюнтцель В.В. Некоторые особенности оползней выдавливания, развитых на территории Москвы и ее окрестностей // Сб. статей по геологии и гидрогеологии. М.: Госгеолтехиздат, МГиОН СССР, ВГГТ, 1962. Вып. 2.
17. Кюнтцель В.В. Эрозия берегов реки Москвы и ее влияние на оползневые процессы // Разведка и охрана недр. 1962. № 3.
18. Оползни и сели / Шеко А.И., Постоев Г.П., Кюнтцель В.В. и др. / Гл. ред. Козловский Е.А. М.: Произв.изд. комбинат ВИНТИ, 1984. Т.1. 352 с.
19. Патент на изобретение №2412305. Способ определения глубины заложения в оползнеопасном коренном массиве потенциально деформирующегося горизонта. 20.02.2011. Бюл.№5. / Г.П. Постоев, А.И. Казеев.
20. Патент на изобретение №2413056. Способ укрепления оползнеопасного массива склона. 27.02.2011. Бюл.№6. Г.П. Постоев, А.И. Казеев.
21. Постоев Г.П., Казеев А.И. Анализ мероприятий по защите склоновой территории от глубоких оползневых подвижек // Геоэкология. 2013. №3. С. 224-231.
22. Постоев Г.П. Глубокие блоковые оползни на урбанизированных территориях // Инженерно-геологические проблемы урбанизированных территорий. Материалы междунар. симпоз. Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001. Т. 1. С.335-342.
23. Постоев Г.П. Классификация оползней по механизму нарушения равновесия массива пород // Изучение режима экзогенных геологических процессов в районах хозяйственного освоения. М.: ВСЕГИНГЕО, 1988. С. 52-64.
24. Постоев Г.П. Особенности формирования и контроля блоковых оползней // Геоэкологические исследования и охрана недр. Науч.-техн. инф. сб. АОЗТ. М.: Геоинформмарк, 1996. Вып. 1. С. 49-56.
25. Постоев Г.П. Предельное состояние и деформации грунтов в массиве (оползни, карстовые провалы, осадки грунтовых оснований). М.; СПб: Нестор-История, 2013. 100 с.
26. Тихвинский И.О. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. М.: Стройиздат, ПНИИИС, 1984. 80 с.

ФОНДОВЫЕ

27. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на объекте «Юго-западный участок ТПК ст. «Проспект Вернадского» – ст. «Можайская». 7.3 этап «Соединительные ветки в электродепо «Аминьевское» со ст. «Давыдково». АО «Метрогипротранс». Москва. 2021 г.

28. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям по объекту: «Юго-западный участок третьего пересадочного контура, станция метро «Проспект Вернадского» - станция метро «Можайская» 7 этап: «Участок линии от станции «Аминьевское шоссе» до станции «Можайская» (стадия «Рабочая документация»). ООО «Инженерстрой», 2019 г. Том 6.
29. Отчет: «Ведение мониторинга геоэкологических процессов в городе Москве». ФГУП «Геоцентр-Москва». 2005 г.
30. Отчет о результатах инженерно-геологических изысканий на участке строительства очистного сооружения № 1 дождевой канализации для жилой застройки кв. 5-6 Мичуринского проспекта. М. ГСПИ. 2008.

Приложение 1. Техническое задание

Приложение № 1
к Дополнительному соглашению № 2 от 20.04.2021 г.
к Договору 24-08/2020 от 11.09.2020 г.

Приложение №1.2
к Договору 24-08/2020 от 11.09.2020 г.

Согласовано:

Генеральный директор
ООО «НПО ГЕОЦЕНТР»

Д.В. Молодкин
«10» Октября 2021 г.

Утверждаю:

Первый вице-президент –
Главный инженер
АО «Метрогипротранс»

Авдеев А.А.
« » 2021 г.
Дополнение к

ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ

на выполнение дополнительных работ по теме:

Расчеты устойчивости склона на пикетах трассы ПК 1+20 – ПК 2+40 (7 створов), с учетом проектируемых планировочных решений (вариант 2) на участке проектирования и строительства соединительных веток метрополитена через реку Сетунь по объекту «Юго-западный участок ТПК ст. «Проспект Вернадского» – ст. «Можайская». 7.3 этап «Соединительные ветки в электродепо «Аминьевское» со ст. «Давыдково»

1. Заказчик	АО «Метрогипротранс»
2. Подрядчик	ООО «НПО ГЕОЦЕНТР»
3. Цель исследований	Оценить устойчивость склона на пикетах трассы ПК 1+20 – ПК 2+40, с учетом проектируемых планировочных решений (террасирование откоса и пригрузка склона насыпью на отметке 137.0 м) – вариант №2, на участке проектирования и строительства соединительных веток метрополитена через реку Сетунь.
4. Исходные материалы	Материалы инженерных изысканий на участке, инженерно-геологические разрезы с планировочными мероприятиями, проектные решения по устройству тоннелей соединительных веток.
5. Виды исследований	• Выполнить анализ инженерно-геологических материалов по предоставленным створам на участке проектирования соединительных веток. • Выполнить расчеты устойчивости склона на ПК 1+20 –

	ПК 2+40 трассы, с учетом предоставленных планировочных мероприятий (срезка склона и насыпь с абс.отметками 137.0 м). • Разработать рекомендации по дополнительным мероприятиям и мониторингу (при необходимости).
6. Отчетная документация	Составление Заключения с результатами исследований в 3-х экземплярах и в электронном виде.
7. Дополнительные требования	Сопровождение отчетной технической документации при прохождении государственной экспертизы. При необходимости корректировка документации по замечаниям экспертизы.

от ООО «НПО ГЕОЦЕНТР»:
 Главный специалист, к.г.-м.н.



А.И. Казеев

от АО «Метротранс»:

Главный инженер проекта



М.В. Белянский

Зам. начальника отдела инженерной геологии



М.П. Федорова

Приложение 2. Выписка из реестра членов СРО ООО «НПО ГЕОЦЕНТР»

Утверждена
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 4 марта 2019 г. N 86

ВЫПИСКА ИЗ РЕЕСТРА ЧЛЕНОВ САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

06.04.2021 2483/2021
(дата) (номер)

**Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве» - Общероссийское
отраслевое объединение работодателей («АИИС»)**

(полное и сокращенное наименование саморегулируемой организации)

**Саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц, выполняющих инженерные
изыскания**

(вид саморегулируемой организации)

**115088, г. Москва, ул. Машиностроения 1-я, д. 5, пом.1, эт. 4, каб. 6а; www.oaiis.ru;
mail@oaiis.ru**

(адрес места нахождения саморегулируемой организации, адрес официального сайта в информационно-
телекоммуникационной сети "Интернет", адрес электронной почты)

СРО-И-001-28042009

(регистрационный номер записи в государственном реестре саморегулируемых организаций)

Общество с ограниченной ответственностью «НПО ГЕОЦЕНТР»

(фамилия, имя, (в случае, если имеется) отчество заявителя-физического лица или полное наименование
заявителя-юридического лица)

Наименование	Сведения
1. Сведения о члене саморегулируемой организации:	
1.1. Полное и (в случае, если имеется) сокращенное наименование юридического лица или фамилия, имя, (в случае, если имеется) отчество индивидуального предпринимателя	Общество с ограниченной ответственностью «НПО ГЕОЦЕНТР» (ООО «НПО ГЕОЦЕНТР»)
1.2. Идентификационный номер налогоплательщика (ИНН)	7743797692
1.3. Основной государственный регистрационный номер (ОГРН) или основной государственный регистрационный номер индивидуального предпринимателя (ОГРНИП)	1107746884563
1.4. Адрес места нахождения юридического лица	РФ, 125438, г. Москва, 4-й Лихачевский переулок, д.4, стр.4
1.5. Место фактического осуществления деятельности (только для индивидуального предпринимателя)	-----
2. Сведения о членстве индивидуального предпринимателя или юридического лица в саморегулируемой организации:	
2.1. Регистрационный номер члена в реестре членов саморегулируемой организации	1892
2.2. Дата регистрации юридического лица или индивидуального предпринимателя в реестре членов саморегулируемой	01.12.2010

организации (число, месяц, год)		
2.3. Дата (число, месяц, год) и номер решения о приеме в члены саморегулируемой организации		01.12.2010 Протокол Координационного совета №53
2.4. Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации (число, месяц, год)		01.12.2010
2.5. Дата прекращения членства в саморегулируемой организации (число, месяц, год)		-----
2.6. Основания прекращения членства в саморегулируемой организации		-----
3. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права выполнения работ:		
3.1. Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право выполнять инженерные изыскания , осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства по договору подряда на выполнение инженерных изысканий , подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса (нужное выделить):		
в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии)	в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии)	в отношении объектов использования атомной энергии
01.12.2010	Нет	Нет
3.2. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, и стоимости работ по одному договору, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда (нужное выделить):		
а) первый	V	не превышает 25 000 000 (двадцать пять миллионов рублей)
б) второй		-----
в) третий		-----
г) четвертый		-----
д) пятый <*>		-----
е) простой <*>		в случае если член саморегулируемой организации осуществляет только снос объекта капитального строительства, не связанный со строительством, реконструкцией объекта капитального строительства
<*> заполняется только для членов саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство		

3.3. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, заключенным с использованием конкурентных способов заключения договоров, и предельному размеру обязательств по таким договорам, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств (нужное выделить):

а) первый	V	не превышает 25 000 000 (двадцать пять миллионов рублей)
б) второй		-----
в) третий		-----
г) четвертый		-----
д) пятый <*>		-----

<*> заполняется только для членов саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство

4. Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства:

4.1. Дата, с которой приостановлено право выполнения работ (число, месяц, год)	-----
4.2. Срок, на который приостановлено право выполнения работ <*> -----	-----
<*> указываются сведения только в отношении действующей меры дисциплинарного воздействия	

Заместитель
исполнительного директора
(должность
уполномоченного лица)



Герцен
(подпись)

Н.А. Герцен
(инициалы, фамилия)

**Приложение 3. Сертификат на соответствие программы GEOSTAB
нормативным документам**

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р	
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ	
	СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
№	RA.RU.AB86.H01186
Срок действия с	07.08.2019 по 06.08.2022
	№ 0351092
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ	RA.RU.11AB86
ООО ЦСПС. Орган по сертификации программной продукции в строительстве 125057 г. Москва, Ленинградский проспект, дом 63, тел. (499) 157-1990	
ПРОДУКЦИЯ	Программа GeoStab
для	расчета устойчивости котлованов, откосов и склонов
	код ОК 58.29.29.000
обеспечение программное прикладное прочее на электронном носителе, серийный выпуск	
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ	
ГОСТ 28195-89, разд. 2, п.2.1 (пп.1.1, 1.2, 2.1 - 2.3, 3.1 - 3.3, 6.1, 6.2); ГОСТ 28806-90, разд. 2, пп.13 - 16; ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, разд. 4, пп.4.1 - 4.4; ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд.6, пп.6.1.1, 6.3.1, 6.3.3, 6.5.1 - 6.5.3; ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, разд. 3, пп.3.1.1, 3.1.3, 3.2.1 - 3.2.5	
ИЗГОТОВИТЕЛЬ	ООО "ИнжПроектСтрой"
ИНН 5902163884, Россия, 614000, г. Пермь, Комсомольский просп., д. 34, оф. 108, тел. (342) 204-02-08	
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН	
ООО "ИнжПроектСтрой", Россия, 614000, г. Пермь, Комсомольский просп., д. 34, оф. 108, тел. (342) 204-02-08	
НА ОСНОВании	
Заклучения ООО ЦСПС № 01-48-19 от 06 августа 2019 г. на 2-х страницах.	
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	Схема сертификации 3
	Руководитель органа
Эксперт	С.Д.Ратнер инициалы, фамилия
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	Т.Н.Бубнова инициалы, фамилия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**ОРГАНА ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
на базе ООО «Центр сертификации программной продукции в строительстве» (ООО ЦСПС)**

**о соответствии разделам и пунктам нормативных документов
программы GeoStab от 07.07.2014г.**

(к сертификату соответствия № РОСС RU.СП15.Н00730)

1. Обозначение программной продукции

Программа GeoStab.

2. Название программной продукции

Программа расчета устойчивости котлованов, откосов и склонов GeoStab.

3. Версия – 4.1.3.

4. Решаемые задачи:

- расчет устойчивости котлованов, откосов и склонов методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения и методом Кранца.

5. Соответствует требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 07 июля 2014г.

СП 50-101-2004 "Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений"

- раздел 5. Проектирование оснований. Подраздел 5.1. Общие указания, п.5.1.2. Подраздел 5.3. Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов, пп.5.3.1, 5.3.14. Подраздел 5.6. Расчет оснований по несущей способности, пп.5.6.4, 5.6.8, 5.6.9.

СП 32-104-98 "Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм":

- приложение Г. Рекомендации по расчету устойчивости земляного полотна. Расчет устойчивости откосов в нескальных грунтах.

СП 116.13330.2012 – Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003 "Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения":

- раздел 4. Общие положения, п. 4.18;
- раздел 5. Противооползневые и противообвальные сооружения и мероприятия. Подраздел 5.2. Основные расчетные положения, пп.5.2.2, 5.2.3.

ГОСТ Р ИСО 9127-94 "Документация пользователя и информация на упаковке потребительских программных пакетов":

- раздел 6. Справочная документация (ОБ). Подраздел 6.1. Обозначение пакета (ОБ), пп.6.1.1, 6.1.3, 6.1.5. Подраздел 6.3. Функциональное описание программного средства (ОБ), п.6.3.1. Подраздел 6.5. Использование программного средства (ОБ), пп.6.5.1, 6.5.3, 6.5.5.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 "Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование":

- раздел 3. Требования к качеству. Подраздел 3.1. Описание продукта, пп.3.1.1, 3.1.3. Подраздел 3.2. Документация пользователя, пп.3.2.1 – 3.2.5.

6. Программная документация

GeoStab. Расчет устойчивости котлованов. Руководство пользователя. – Пермь: ИнжПроектСтрой, 12 с.

**Генеральный директор ООО ЦСПС,
эксперт**



Т.И.Бубнова

**Приложение 4. Результаты расчетов устойчивости склонов по программе
GEOSTAB**

(48 ВАРИАНТОВ РАСЧЕТОВ)