

Перечень товаров, работ и услуг, планируемых к закупке для научных исследований в 2025 году в рамках выполнения государственного заказа по научно-технической программы по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование субъектов научной и (или) научно-технической деятельности» по специфике 154 «Оплата услуг по исследованиям» по приоритету «Геология добыча и переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции» по теме: BR21882278 «Создание строительно-технического инжинирингового центра по оказанию полного цикла аккредитованных услуг строительно, дорожно-строительного сектора Республики Казахстан»

НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева»

*(наименование организации)*

№	Наименование	Характеристики (для оборудования допускается указание модели, марки, страны и других сведений, производителя из перечня E-lab)	Обоснование закупок оборудования	Планируемая стоимость	Сроки закупок	Сведения о гарантийном и постгарантийном обслуживании	Условия оплаты (70/30%)	Контакты
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Геоинженерно-строительный комплекс исследования водонасыщенных	Комплекс предназначен для проведения высокоточного неразрушающего трехмерного исследования внутренних структур грунтов и сооружений в	Проведение высокоточного неразрушающего анализа внутренней	912 439 300 тг	май-ноябрь	Гарантийный период не менее 12 месяцев с даты подписания приема	70 % авансовый платеж, 20% по факту отгрузки товаров, 10% после подписания	709-500 вн. 31-313. Электронная почта для направления

	<p>нных грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения</p>	<p>грунтовом массиве различного назначения для проведения микроструктурного анализа бетонов и цементных композитов, 3-D-томография в реальном времени процессов гидратации, усадки капиллярных пор, образование и увеличение микротрещин в реальном времени под действием влаги, нагрузки, проведение исследованию замораживанию и оттаиванию образцов, исследование порового водонаполненного пространства образцов, распределение несвязанных гранул материалов, поводить расчет анизотропии водных каналов водонасыщенных грунтов, бетонных, асфальтобетонных, цементных, геополимерных, горно- рудных и других образцов, осуществлять неразрушающий</p>	<p>структуры водонасыщен ных грунтов и инженерных сооружений для оценки пористости, трещиновато сти, распределен ия воды и плотностных неоднородно стей. Выбор геоинженерн ого комплекса обусловлен его уникальным сочетанием разрешающе й способности , универсальн ости методов и интеграции</p>			<p>передачи. Обеспечиваю тся расходные материалы на первые три года эксплуатации после поставки</p>	<p>актов выполненных работ (услуг)</p>	<p>я коммерчес ких/ценовы х предложен ий science@en u.kz</p>
--	--	---	--	--	--	---	--	--

		<p>контроль грунтовых, бетонных, асфальтобетонных, дорожных кернов и реальных конструкций, быстрый сравнительный скрининг разных микрофиллеров, суперпластификаторов или модификаторов, добавок и прочее. Использование данного комплекса позволит исследовать геометрию водонасыщенного порового пространства, определить распределение фаз, измерить пористость, провести моделирование движения жидкости внутри материалов и создать цифровые модели структуры с последующим использованием в инженерных и научных расчетах. Комплекс состоит из взаимосвязанных модулей, каждый из которых играет ключевую роль в обеспечении полного цикла работ: проведения</p>	<p>с испытательными системами. Во-первых, субмикронное разрешение (до 60 нм) в сочетании с возможностью сканировать образцы диаметром до 140 мм позволяет детально исследовать как микроструктуру пор и трещин в ядре грунта, так и макрофичности многослойных грунтовых</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--	--

	<p>исследований до визуализации и моделирования процессов движения жидкостей в водонасыщенных грунтах и сооружений в грунтовом массиве различного назначения. Модуль 1: Аналитический блок для высокоточного исследования неразрушающего исследования образцов 3D- структуры образцов на основе технологии микро- нано-КТ Bruker Skyscan 2214, Германия. Аналитический блок представляет собой напольную установку, смонтированную на массивном гранитном основании и оснащённую антивибрационными опорами для обеспечения максимальной устойчивости при проведении высокоточных измерений. Корпус блока изготовлен из прочных материалов с порошковым покрытием</p>	<p>массивов – одним и тем же инструменто м. Во- вторых, возможность интеграции встраиваемы х модулей непосредств енно «в прибор» и отслеживать динамику изменения структуры в реальном времени, что открывает доступ к беспрецеден тно точной корреляции микрострукт уры и макроповеде ния грунтов. Кроме того, геоинженерн</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

		<p>и оснащён колесной рамой с блокирующими фиксаторами для упрощенного перемещения и точной установки оборудования в рабочем пространстве. Источник рентгеновского излучения с максимальной мощностью не менее 16 Вт. Источник должен быть оснащен вольфрамовой нитью накаливания с максимальной энергией не менее 160 кВ и нитью из гексаборида лантана LaB<sub>6</sub> с максимальной энергией не менее 100 кВ для обеспечения аналитической гибкости и высокой проникающей способности для работы с плотными и крупными объектами, нити накаливания должны иметь возможность замены оператором. Размер пятна источника рентгеновского излучения не более 0,8 мкм с вольфрамовой нитью и не более 0,5 мкм</p>	<p>ого комплекс поддерживает полный цикл «до– после»: изменение влажности, приложена нагрузка и процесс фильтрации документируются в трех измерениях с автоматизированным расчетом пористости, объемов трещин и их ориентировки. Это сочетание качественно и визуализации и количествен</p>					
--	--	---	---	--	--	--	--	--

		<p>с нитью из гексаборида лантана LaB<sub>6</sub>. Источник должен быть открытого типа с легко заменяемыми оператором нитями, чтобы обеспечить низкие эксплуатационные расходы. В качестве детектора системы должен использоваться комплементарный металлооксидный полупроводниковый детектор (CMOS), обладающий следующими характеристиками: количество пикселей не менее 16 МП (4096 x 4096 пикселей), демасштабирование не менее 1.8:1. Система позиционирования должна обеспечивать прецизионное манипулирование образцом и должна включать следующие компоненты и характеристики: 11 осей управления; вращение образца с высокой точностью, обеспечиваемое</p>	<p>ных показателей полностью переносит исследования внутрь собственной лаборатории. Также, единая программная среда (NRecon, CTAn, CTVox/CTV ol, а при необходимости — Avizo и VGStudio) обеспечивает быстрый анализ, подготовку отчётов и экспорт 3D-моделей для дальнейшего численного моделирования,</p>					
--	--	---	---	--	--	--	--	--

		<p>воздушным подшипником, при этом биение не должно превышать 50 нм; платформу для микропозиционирования с автоматическим управлением через программное обеспечение, обеспечивающую перемещение образца не менее чем на 8 мм в любом направлении; регулируемый подъем образца по оси Z не менее чем на 80 мм; и автоматизированную систему выравнивания платформы для образцов и оптических компонентов. Система визуализации должна быть оснащена экранированной CMOS-камерой, имеющей разрешение матрицы не менее 6 мегапикселей. Камера должна обеспечивать мониторинг положения образца в процессе работы системы и должна предоставлять функциональность</p>	<p>прикладных исследований и публикаций.</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>сохранения полученных изображений в цифровых форматах BMP, JPG и PNG. Система должна выполнять разбиение на бины не менее 4x4, чтобы обеспечить возможность быстрого сканирования. Необходимо наличие возможности непрерывного регулирования кратности увеличения. Система должна предоставлять возможность изменения расстояний от образца до источника и от источника до детектора. Система должна быть способна выполнять сканирование с детектором высокого разрешения в центральном положении и смещенное сканирование в двух положениях для получения изображений более крупных образцов в зависимости от диапазона детектора. Номинальный размер пикселя, полученный непосредственно при оптическом увеличении (без дополнительной</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>цифровой обработки, вырезания пикселей) не более 0,1 мкм. Пространственное разрешение с 10% частотно-контрастной характеристикой (ЧКХ) на основе измерений с использованием независимого фантома с разрешением не более 0,5 мкм. Матрица реконструкции с разрешением не менее 7000x7000. Диаметр поля зрения сканирования не менее 120 мм. Длина поля зрения сканирования не менее 120 мм. Максимальный диаметр образца не менее 300 мм. Максимальная длина образца не менее 400 мм. Возможность переключения между различными детекторами должно осуществляться через программное обеспечение, без необходимости повторной калибровки. Возможность загрузки образцов массой до 20 кг. Автоматический сменщик фильтров с</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

		<p>выбором подходящей энергии минимум на 5 позиции. Согласно радиационной безопасности, излучение на расстоянии 10 см от любой точки системы должно быть не более 1 мкЗв/ч. Система должна быть установлена на колесах для обеспечения гибкости при установке и лучшего доступа при обслуживании. В состав комплекса поставки должен входить набор держателей образцов различного размера с металлической и углеродной основой, держатель для крупногабаритных образцов, центровочный штифт, набор из пяти предварительно выровненных катодов с вольфрамовой нитью (при этом один катод должен быть установлен в прибор), два предварительно выровненных катода с LaB<sub>6</sub>, комплект инструментов, необходимых для</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

		<p>обслуживания источника, резервный DVD с программным обеспечением и документацией, а также все необходимые кабели для подключения питания и связи с ПК. Возможность установки дополнительных платформ/держателей образцов: минимум один держатель образца, охлаждающая платформа с температурой не менее <math>-20\text{ }^{\circ}\text{C}</math> относительно окружающей среды с точностью <math>\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; нагревательная платформа до <math>40\text{ }^{\circ}\text{C}</math> с точностью <math>\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; испытательная платформа с усилием минимум <math>44\text{ Н}</math>. Возможность установки следующих дополнительных платформ для образцов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Крестовидный держатель образцов</li> <li>• Платформа охлаждения до <math>-25^{\circ}\text{C}</math> относительно окружающей среды с точностью <math>\leq 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> </ul>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Платформа охлаждения до <math>-30^{\circ}\text{C}</math> относительно окружающей среды с точностью <math>\leq 1^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Платформа нагрева до <math>60^{\circ}\text{C}</math> с точностью <math>\leq 1.5^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Платформа нагрева до <math>80^{\circ}\text{C}</math> с точностью <math>\leq 1^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Платформа механических испытаний 200 Н</li> <li>• Платформа механических испытаний 400 Н</li> <li>• Платформа механических испытаний 2200 Н</li> <li>• Платформа механических испытаний 4400 Н</li> </ul> <p>Платформы должны быть интегрированы и не требовать прокладки дополнительных кабелей, что позволяет вращение образца на <math>360^{\circ}</math> и более. Модуль 2: Модуль для геоструктурной обработки данных исследования грунтовых, бетонных,</p>						
--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>асфальтобетонных и других образцов материалов. Данный модуль предназначен для построения и графических проекций образцов, где запускается встроенный в комплекс алгоритм первичной очистки: из проекций автоматически вырезается фон, устраняются полосовые артефакты и шум Пуазсона, компенсируется дрейф яркости, обеспечивается параллельная фильтрация проекций и формирование стека для графической станции реконструкции. По завершении предварительной обработки сформированный массив передаётся либо на самостоятельный кластер GPU-реконструкции, либо возвращается в томограф для обратной проекции, остаётся неизменяемый архив «сырых» и «очищенных»</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--

	<p>данных — основа последующего численного моделирования фильтрации и прочности грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения. В составе модуля предусмотрен сервер обработки и хранения данных предназначен для приема сканированных проекций непосредственно с анализатора, их первичной обработки и последующего хранения. Сервер выполняет функции коррекции фоновых шумов, фильтрации проекций и подготовки данных к реконструкции. Аппаратная платформа включает высокопроизводительный процессор Intel Xeon W5-2455X с 12 физическими ядрами и тактовой частотой от 3,2 до 4,6 ГГц, объём кэш-памяти не менее 30 МБ. Для работы с большими</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>массивами данных о проведении исследований грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения предусмотрено не менее 128 ГБ оперативной памяти DDR5 с тактовой частотой 4800 МГц. Хранение данных осуществляется на двух SSD PCIe NVMe Class 40 объёмом по 4 ТБ каждый, а операционная система с сопутствующим ПО установлены на отдельном SSD объёмом не менее 512 ГБ. Встроенный оптический привод DVD±RW обеспечивает чтение и запись оптических носителей. Сетевой интерфейс 10 Гбит/с гарантирует быструю передачу данных между модулем анализа и другими компонентами комплекса. Сервер поставляется с предустановленной Windows 11 Professional (64 бит, русская версия),</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>монитором 27" с разрешением 4К (3840×2160) и частотой обновления не менее 60 Гц, а также периферией в виде QWERTY-клавиатуры, оптической мыши и звуковой панели. Модуль структурного инженерного анализа и визуализации для отображения, численного моделирования фильтрации и локального напряженного состояния образцов грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения. Программный модуль для реконструкции (минимум 2 лицензии на 2 ПК) должен использовать модифицированный алгоритм объемной реконструкции типа Фельдкамп (cone-beam) с поддержкой мультисрезовой обработки. Программа должна поддерживать</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

	<p>различные траектории сканирования, включая круговую, спиральную (геликоидальную) с возможностью точной реконструкции.</p> <p>Программное обеспечение должно обеспечивать автоматическую коррекцию несоосности, устранение кольцевых артефактов, компенсацию неравномерного пучка, мертвых пикселей детектора, дрейфа, а также регулировку сглаживания.</p> <p>Поддерживается экспорт реконструированных данных в форматы 16-бит TIFF, 24-бит JPEG (оттенки серого), 8-бит BMP, PNG и текстовые файлы. Для улучшения контрастности изображений должна быть реализована функция фазовой реконструкции.</p> <p>Программный модуль с двумя лицензиями на 2 ПК, предназначенный для проведения</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>комплексного анализа 2D и 3D морфометрических параметров, должен обеспечить инструмент для анализа профиля плотности и продольного сечения на основе поперечных сечений. В модуле должно быть предусмотрено расширенный инструмент для выбора области интереса (ROI) с возможностью изменения размеров стандартных форм или выделения произвольной формы, с автоматической интерполяцией между слоями для формирования объема интереса (VOI). Должна обеспечиваться функция сохранения выделенных ROI и наборов данных с выборкой VOI. Должен быть включен инструмент для бинаризации с линейной/логарифмической гистограммой серого. Должен быть предусмотрен вывод</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>гистограммы серого из выбранного VOI для измерений плотности. Также обеспечиваться создание 3D триангулированной визуализации поверхности. Поддерживаться рендеринг в полном реконструированном пространстве или объеме интереса. Возможность создания моделей STL, подходящих для конечно-элементного анализа и 3D-печати. Модуль для моделирования водонасыщенности в поровых пространствах исследуемых образцов грунта, цемента, асфальто- бетонов грунтовых массивах, состоящий из сервера обработки и вычислений результатов исследований с жидкокристаллическим монитором для анализа и показа высококачественных снимком и визуализации 2D и 3D моделей</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>поставляемая операционной системой Windows 11 Professional (64-бит, русская версия), а также с клавиатурой формата QWERTY, оптической мышью и звуковой панелью. Вычислительный сервер с программным модулем VGSTUDIO MAX для моделирования движения жидкостей. Программный модуль включает основную лицензию VGS-STUMB100 и дополнительный модуль VGS-STUM203 для моделирования переноса вещества. Модуль позволяет рассчитывать поля температуры и концентрации жидкости внутри пористой структуры на основе реконструированных 3D-моделей, проводить гидродинамические расчёты с помощью уравнений Навье–Стокса, определять зоны застойных течений и турбулентных потоков, а также автоматически</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>вычислять пористость и проницаемость материалов. Для удобства пользователей предусмотрены инструменты визуализации результатов в виде карт распределения параметров, создания анимаций движения жидкостей и экспорта 3D-моделей в формате STL. Прямая интеграция с 3D.SUITE обеспечивает автоматический импорт томограмм и настройку расчетных сеток с учетом граничных условий. Модуль 3: модуль пневмообеспечения геоинженерно-строительного комплекса предназначен для обеспечения чистым сжатым воздухом пневматических приводов, системы антистатического обдува источника рентгеновских лучей и оптику микротомографа. Состоящий из</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>безмасляного компрессора, сертифицированного по стандарту ISO 8573-1 Класс 0, для обеспечения работы аналитической системы. Компрессор должен быть оснащен ресивером объемом не менее 50 литров для хранения чистого воздуха и осушителем рефрижераторного типа. Габариты компрессора должны составлять 828 мм в ширину, 355 мм в длину и 891 мм в высоту (без учета фитингов), а его масса - 49 кг.</p> <p>Уровень шума компрессора должен находиться в диапазоне от 62 до 67 дБ.</p> <p>Максимальное рабочее давление компрессора должно составлять не менее 10 бар.</p> <p>Производительность компрессора должна быть не менее 4.8 м<sup>3</sup>/ч при частоте 50 Гц или не менее 5.2 м<sup>3</sup>/ч при частоте 60 Гц.</p> <p>Напряжение питания компрессора должно</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>составлять 230 В. Поставщик обязан произвести регистрацию оборудования в Республике Казахстан, доставку оборудования, монтаж и установку на месте по согласованию с Заказчиком, провести пуско-наладочные работы с подтверждением технических характеристик оборудования на территории Заказчика и обучение не менее 3 специалистов Заказчика с выдачей сертификата об обучении. Гарантийный период не менее 12 месяцев. Сервисное обслуживание комплекса – не менее 36 месяцев. Поставщик обязан предоставить авторизованное письмо от завода-изготовителя. Работы по техническому обслуживанию выполняются в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и должны</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>включать в себя: - расходные материалы на первые три года эксплуатации; - настройку и регулировку изделия; - специфические для данного изделия работы и т.п.; - чистку, смазку и при необходимости переборку основных механизмов и узлов; - удаление пыли, грязи, следов коррозии и окисления с наружных и внутренних поверхностей корпуса изделия его составных частей (с частичной блочно-узловой разборкой); - иные указанные в эксплуатационной документации операции, специфические для конкретного типа изделий. Работы по сервисному обслуживанию должны проводиться инженером, имеющий действующий сертификат от завода-изготовителя на проведение сервисного</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--

		обслуживания оборудования.						
--	--	-------------------------------	--	--	--	--	--	--

**Техническая спецификация закупаемого товара  
«Геоинженерный строительный комплекс исследования водонасыщенных грунтов и сооружений в грунтовом массиве  
различного назначения»**

1	Наименование товара	Геоинженерный строительный комплекс исследования водонасыщенных грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения
2	Количество (объем)	1
3	Срок поставки	с момента заключения договора до 31 октября 2025 года
4	Год выпуска	2025 г.
5	Описание требуемых функциональных, технических, качественных, эксплуатационных и иных характеристик закупаемого товара	<p>Комплекс предназначен для проведения высокоточного неразрушающего трехмерного исследования внутренних структур грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения для проведения микроструктурного анализа бетонов и цементных композитов, 3-D-томография в реальном времени процессов гидратации, усадки капиллярных пор, образование и увеличение микротрещин в реальном времени под действием влаги, нагрузки, проведение исследованию замораживанию и оттаиванию образцов, исследование порового водонаполненного пространства образцов, распределение несвязанных гранул материалов, поводить расчет анизотропии водных каналов водонасыщенных грунтов, бетонных, асфальтобетонных, цементных, геопалимерных, горно-рудных и других образцов, осуществлять неразрушающий контроль грунтовых, бетонных, асфальтобетонных, дорожных кернов и реальных конструкций, быстрый сравнительный скрининг разных микрофиллеров, суперпластификаторов или модификаторов, добавок и прочее. Использование данного комплекса позволит исследовать геометрию водонасыщенного порового пространства, определить распределение фаз, измерить пористость, провести моделирование движения жидкости внутри материалов и создать цифровые модели структуры с последующим использованием в инженерных и научных расчетах. Комплекс состоит из взаимосвязанных модулей, каждый из которых играет ключевую роль в обеспечении полного цикла работ: проведения исследований до визуализации и моделирования процессов движения жидкостей в водонасыщенных грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения. Модуль 1: Аналитический блок для высокоточного исследования неразрушающего</p>

	<p>исследования образцов 3D- структуры образцов на основе технологии микро- нано-КТ Bruker Skyscan 2214, Германия. Аналитический блок представляет собой напольную установку, смонтированную на массивном гранитном основании и оснащённую антивибрационными опорами для обеспечения максимальной устойчивости при проведении высокоточных измерений. Корпус блока изготовлен из прочных материалов с порошковым покрытием и оснащён колесной рамой с блокирующими фиксаторами для упрощенного перемещения и точной установки оборудования в рабочем пространстве. Источник рентгеновского излучения с максимальной мощностью не менее 16 Вт. Источник должен быть оснащен вольфрамовой нитью накаливания с максимальной энергией не менее 160 кВ и нитью из гексаборида лантана LaB<sub>6</sub> с максимальной энергией не менее 100 кВ для обеспечения аналитической гибкости и высокой проникающей способности для работы с плотными и крупными объектами, нити накаливания должны иметь возможность замены оператором. Размер пятна источника рентгеновского излучения не более 0,8 мкм с вольфрамовой нитью и не более 0,5 мкм с нитью из гексаборида лантана LaB<sub>6</sub>. Источник должен быть открытого типа с легко заменяемыми оператором нитями, чтобы обеспечить низкие эксплуатационные расходы. В качестве детектора системы должен использоваться комплементарный металлооксидный полупроводниковый детектор (CMOS), обладающий следующими характеристиками: количество пикселей не менее 16 МП (4096 x 4096 пикселей), демасштабирование не менее 1.8:1. Система позиционирования должна обеспечивать прецизионное манипулирование образцом и должна включать следующие компоненты и характеристики: 11 осей управления; вращение образца с высокой точностью, обеспечиваемое воздушным подшипником, при этом биение не должно превышать 50 нм; платформу для микропозиционирования с автоматическим управлением через программное обеспечение, обеспечивающую перемещение образца не менее чем на 8 мм в любом направлении; регулируемый подъем образца по оси Z не менее чем на 80 мм; и автоматизированную систему выравнивания платформы для образцов и оптических компонентов. Система визуализации должна быть оснащена экранированной CMOS-камерой, имеющей разрешение матрицы не менее 6 мегапикселей. Камера должна обеспечивать мониторинг положения образца в процессе работы системы и должна предоставлять функциональность сохранения полученных изображений в цифровых форматах BMP, JPG и PNG. Система должна выполнять разбиение на бины не менее 4x4, чтобы обеспечить возможность быстрого</p>
--	--

	<p>сканирования. Необходимо наличие возможности непрерывного регулирования кратности увеличения. Система должна предоставлять возможность изменения расстояний от образца до источника и от источника до детектора. Система должна быть способна выполнять сканирование с детектором высокого разрешения в центральном положении и смещенное сканирование в двух положениях для получения изображений более крупных образцов в зависимости от диапазона детектора. Номинальный размер пикселя, полученный непосредственно при оптическом увеличении (без дополнительной цифровой обработки, вырезания пикселей) не более 0,1 мкм. Пространственное разрешение с 10% частотно-контрастной характеристикой (ЧКХ) на основе измерений с использованием независимого фантома с разрешением не более 0,5 мкм. Матрица реконструкции с разрешением не менее 7000x7000. Диаметр поле зрения сканирования не менее 120 мм. Длина поле зрения сканирования не менее 120 мм. Максимальный диаметр образца не менее 300 мм. Максимальная длина образца не менее 400 мм. Возможность переключения между различными детекторами должно осуществляться через программное обеспечение, без необходимости повторной калибровки. Возможность загрузки образцов массой до 20 кг. Автоматический сменщик фильтров с выбором подходящей энергии минимум на 5 позиции. Согласно радиационной безопасности, излучение на расстоянии 10 см от любой точки системы должно быть не более 1 мкЗв/ч. Система должна быть установлена на колесах для обеспечения гибкости при установке и лучшего доступа при обслуживании. В состав комплекса поставки должен входить набор держателей образцов различного размера с металлической и углеродной основой, держатель для крупногабаритных образцов, центровочный штифт, набор из пяти предварительно выровненных катодов с вольфрамовой нитью (при этом один катод должен быть установлен в прибор), два предварительно выровненных катода с LaB<sub>6</sub>, комплект инструментов, необходимых для обслуживания источника, резервный DVD с программным обеспечением и документацией, а также все необходимые кабели для подключения питания и связи с ПК. Возможность установки дополнительных платформ/держателей образцов: минимум один держатель образца, охлаждающая платформа с температурой не менее -20 °С относительно окружающей среды с точностью <math>\leq 2</math> °С; нагревательная платформа до 40 °С с точностью <math>\leq 2</math> °С; испытательная платформа с усилием минимум 44 Н. Возможность установки следующих дополнительных платформ для образцов:</p>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Крестовидный держатель образцов</li> <li>• Платформа охлаждения до <math>-25^{\circ}\text{C}</math> относительно окружающей среды с точностью <math>\leq 1.5^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Платформа охлаждения до <math>-30^{\circ}\text{C}</math> относительно окружающей среды с точностью <math>\leq 1^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Платформа нагревания до <math>60^{\circ}\text{C}</math> с точностью <math>\leq 1.5^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Платформа нагревания до <math>80^{\circ}\text{C}</math> с точностью <math>\leq 1^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Платформа механических испытаний 200 Н</li> <li>• Платформа механических испытаний 400 Н</li> <li>• Платформа механических испытаний 2200 Н</li> <li>• Платформа механических испытаний 4400 Н</li> </ul> <p>Платформы должны быть интегрированы и не требовать прокладки дополнительных кабелей, что позволяет вращение образца на <math>360^{\circ}</math> и более. Модуль 2: Модуль для геоструктурной обработки данных исследования грунтовых, бетонных, асфальтобетонных и других образцов материалов. Данный модуль предназначен для построения и графических проекций образцов, где запускается встроенный в комплекс алгоритм первичной очистки: из проекций автоматически вырезается фон, устраняются полосовые артефакты и шум Пуазсона, компенсируется дрейф яркости, обеспечивается параллельная фильтрация проекций и формирование стека для графической станции реконструкции. По завершении предварительной обработки сформированный массив передаётся либо на самостоятельный кластер GPU-реконструкции, либо возвращается в томограф для обратной проекции, остаётся неизменяемый архив «сырых» и «очищенных» данных — основа последующего численного моделирования фильтрации и прочности грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения. В составе модуля предусмотрен сервер обработки и хранения данных предназначен для приема сканированных проекций непосредственно с анализатора, их первичной обработки и последующего хранения. Сервер выполняет функции коррекции фоновых шумов, фильтрации проекций и подготовки данных к реконструкции. Аппаратная платформа включает высокопроизводительный процессор Intel Xeon W5-2455X с 12 физическими ядрами и тактовой частотой от 3,2 до 4,6 ГГц, объём кэш-памяти не менее 30 МБ. Для работы с большими массивами данных о проведении исследований грунтов и сооружений в грунтовом массиве различного назначения предусмотрено не менее 128 ГБ оперативной памяти DDR5 с тактовой частотой 4800 МГц. Хранение данных</p>
--	--

	<p>осуществляется на двух SSD PCIe NVMe Class 40 объемом по 4 ТБ каждый, а операционная система с сопутствующим ПО установлены на отдельном SSD объемом не менее 512 ГБ. Встроенный оптический привод DVD±RW обеспечивает чтение и запись оптических носителей. Сетевой интерфейс 10 Гбит/с гарантирует быструю передачу данных между модулем анализа и другими компонентами комплекса. Сервер поставляется с предустановленной Windows 11 Professional (64 бит, русская версия), монитором 27" с разрешением 4K (3840×2160) и частотой обновления не менее 60 Гц, а также периферией в виде QWERTY-клавиатуры, оптической мыши и звуковой панели. Модуль структурного инженерного анализа и визуализации для отображения, численного моделирования фильтрации и локального напряженного состояния образцов грунтов и сооружений в грунтовой массиве различного назначения. Программный модуль для реконструкции (минимум 2 лицензии на 2 ПК) должен использовать модифицированный алгоритм объемной реконструкции типа Фельдкамп (cone-beam) с поддержкой мультисрезовой обработки. Программа должна поддерживать различные траектории сканирования, включая круговую, спиральную (геликоидальную) с возможностью точной реконструкции. Программное обеспечение должно обеспечивать автоматическую коррекцию несоосности, устранение кольцевых артефактов, компенсацию неравномерного пучка, мертвых пикселей детектора, дрейфа, а также регулировку сглаживания. Поддерживается экспорт реконструированных данных в форматы 16-бит TIFF, 24-бит JPEG (оттенки серого), 8-бит BMP, PNG и текстовые файлы. Для улучшения контрастности изображений должна быть реализована функция фазовой реконструкции. Программный модуль с двумя лицензиями на 2 ПК, предназначенный для проведения комплексного анализа 2D и 3D морфометрических параметров, должен обеспечить инструмент для анализа профиля плотности и продольного сечения на основе поперечных сечений. В модуле должно быть предусмотрено расширенный инструмент для выбора области интереса (ROI) с возможностью изменения размеров стандартных форм или выделения произвольной формы, с автоматической интерполяцией между слоями для формирования объема интереса (VOI). Должна обеспечиваться функция сохранения выделенных ROI и наборов данных с выборкой VOI. Должен быть включен инструмент для бинаризации с линейной/логарифмической гистограммой серого. Должен быть предусмотрен вывод гистограммы серого из выбранного VOI для измерений плотности. Также обеспечиваться создание 3D триангулированной визуализации поверхности.</p>
--	---

	<p>Поддерживаться рендеринг в полном реконструированном пространстве или объеме интереса. Возможность создания моделей STL, подходящих для конечно-элементного анализа и 3D-печати. Модуль для моделирования водонасыщенности в поровых пространствах исследуемых образцов грунта, цемента-, асфальто- бетонов грунтовых массивах, состоящий из сервера обработки и вычислений результатов исследований с жидкокристаллическим монитором для анализа и показа высококачественных снимком и визуализации 2D и 3D моделей поставляемая операционной системой Windows 11 Professional (64-бит, русская версия), а также с клавиатурой формата QWERTY, оптической мышью и звуковой панелью. Вычислительный сервер с программным модулем VGSTUDIO MAX для моделирования движения жидкостей. Программный модуль включает основную лицензию VGS-STUMB100 и дополнительный модуль VGS-STUM203 для моделирования переноса вещества. Модуль позволяет рассчитывать поля температуры и концентрации жидкости внутри пористой структуры на основе реконструированных 3D-моделей, проводить гидродинамические расчёты с помощью уравнений Навье–Стокса, определять зоны застойных течений и турбулентных потоков, а также автоматически вычислять пористость и проницаемость материалов. Для удобства пользователей предусмотрены инструменты визуализации результатов в виде карт распределения параметров, создания анимаций движения жидкостей и экспорта 3D-моделей в формате STL. Прямая интеграция с 3D.SUITE обеспечивает автоматический импорт томограмм и настройку расчетных сеток с учетом граничных условий. Модуль 3: модуль пневмообеспечения геоинженерно-строительного комплекса предназначен для обеспечения чистым сжатым воздухом пневматических приводов, системы антистатического обдува источника рентгеновских лучей и оптику микротомографа. Состоящий из безмасляного компрессора, сертифицированного по стандарту ISO 8573-1 Класс 0, для обеспечения работы аналитической системы. Компрессор должен быть оснащен ресивером объемом не менее 50 литров для хранения чистого воздуха и осушителем рефрижераторного типа. Габариты компрессора должны составлять 828 мм в ширину, 355 мм в длину и 891 мм в высоту (без учета фитингов), а его масса - 49 кг. Уровень шума компрессора должен находиться в диапазоне от 62 до 67 дБ. Максимальное рабочее давление компрессора должно составлять не менее 10 бар. Производительность компрессора должна быть не менее 4.8 м³/ч при частоте 50 Гц или не менее 5.2 м³/ч при частоте 60 Гц. Напряжение питания компрессора должно</p>
--	---

		<p>составлять 230 В. Поставщик обязан произвести регистрацию оборудования в Республике Казахстан, доставку оборудования, монтаж и установку на месте по согласованию с Заказчиком, провести пуско-наладочные работы с подтверждением технических характеристик оборудования на территории Заказчика и обучение не менее 3 специалистов Заказчика с выдачей сертификата об обучении. Гарантийный период не менее 12 месяцев. Сервисное обслуживание комплекса – не менее 36 месяцев. Поставщик обязан предоставить авторизованное письмо от завода-изготовителя. Работы по техническому обслуживанию выполняются в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и должны включать в себя: - расходные материалы на первые три года эксплуатации; - настройку и регулировку изделия; - специфические для данного изделия работы и т.п.; - чистку, смазку и при необходимости переборку основных механизмов и узлов; - удаление пыли, грязи, следов коррозии и окисления с наружных и внутренних поверхностей корпуса изделия его составных частей (с частичной блочно-узловой разборкой); - иные указанные в эксплуатационной документации операции, специфические для конкретного типа изделий. Работы по сервисному обслуживанию должны проводиться инженером, имеющий действующий сертификат от завода-изготовителя на проведение сервисного обслуживания оборудования.</p>
6	<p>Сопутствующие услуги (указываются при необходимости) (монтаж, наладка, обучение, проверки и испытания товаров)</p>	<p>Поставщик обязан произвести регистрацию оборудования в Республике Казахстан, доставку оборудования, монтаж и установку на месте по согласованию с Заказчиком, провести пуско-наладочные работы с подтверждением технических характеристик оборудования на территории Заказчика и обучение не менее 3 специалистов Заказчика. Гарантийный период не менее 12 месяцев. Сервисное обслуживание комплекса – не менее 36 месяцев. Поставщик обязан предоставить авторизованное письмо от завода-изготовителя. Работы по техническому обслуживанию выполняются в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и должны включать в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расходные материалы на первые три года эксплуатации;</li> <li>- настройку и регулировку изделия;</li> <li>- специфические для данного изделия работы и т.п.;</li> <li>- чистку, смазку и при необходимости переборку основных механизмов и узлов;</li> <li>- удаление пыли, грязи, следов коррозии и окисления с наружных и внутренних поверхностей корпуса изделия его составных частей (с частичной блочно-узловой разборкой);</li> </ul>

	<p>- иные указанные в эксплуатационной документации операции, специфические для конкретного типа изделий. Работы по сервисному обслуживанию должны проводиться инженером, имеющий действующий сертификат от завода-изготовителя на проведение сервисного обслуживания оборудования.</p>
--	---