



**Анжелика Алексеевна  
Шарафутдинова**  
аспирант

*Специалист в области наземного лазерного сканирования промышленных объектов. В период 2011 - 2015 гг. работала в ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» сначала в должности учебного мастера, а с 2013 г. в должности преподавателя. С 2015 г. по 2019 г. занимала должность руководителя отдела наземного лазерного сканирования в компании ООО «IBСоп». В настоящее время является ведущим инженером компании ООО «Триметари Консалтинг».*

*С 2018 года ведет научную деятельность. На данный момент идет подготовка к защите диссертации на тему «Разработка методики наземного лазерного сканирования промышленных объектов для создания цифровых информационных моделей».*

## Вычисление параметров наземного лазерного сканирования при выполнении съемки промышленных объектов

Наземное лазерное сканирование промышленных объектов имеет ряд особенностей, которые в свою очередь влияют на точность конечного результата, среди которых можно выделить: большое количество установок лазерного сканера, короткие расстояния между станциями, сложная геометрия и различия в отражательной способности материалов объектов измерений, а также большой массив данных, получаемых в результате работ. В связи с этим проведены следующие исследования:

Выполнен анализ этапов технологической схемы имеющих важное значение при наземном лазерном сканировании промышленных объектов, таких как: определение мест установки станций лазерного сканирования, установка параметров сканирования, взаимное и внешнее ориентирование дискретных точечных моделей.

На основании проведенного анализа выполнен предрасчет параметров наземного лазерного сканирования промышленных объектов, таких как:

- допустимый угол падения лазерного луча на поверхность объекта и ошибки измерения расстояний;
- разрешение сканирования в зависимости от размера наименьшего объекта измерений, расстояния до объекта, коэффициента отражения поверхности и угла падения лазерного луча.

Выполнен расчет максимально допустимого расстояния между станциями лазерного сканирования с учетом взаимного ориентирования итерационным алгоритмом ближайших точек.

Предложено взаимное ориентирование точечных моделей выполнять с учетом «замыкания» сети станций лазерного сканирования и создания дополнительных «узловых станций» что позволит повысить точность определения положения станций лазерного сканирования и избежать коллизий двух моделей отдельных блоков.

Для выполнения взаимного ориентирования отдельных технологических блоков в единую модель технологической установки предложено включить в обработку измерения со станций сканерной сети. При этом процесс объединения всех технологических блоков в единую модель технологической установки предлагается выполнять путем совмещения точечной модели сканерной сети и точечных моделей технологических блоков, где и в первой, и во второй модели имеются одинаковые станции.

Результаты работы могут быть полезными для специалистов и исследователей применяющих наземное лазерное сканирование для решения различных задач на промышленных объектах.



## Angelica Sharafutdinova

graduate student

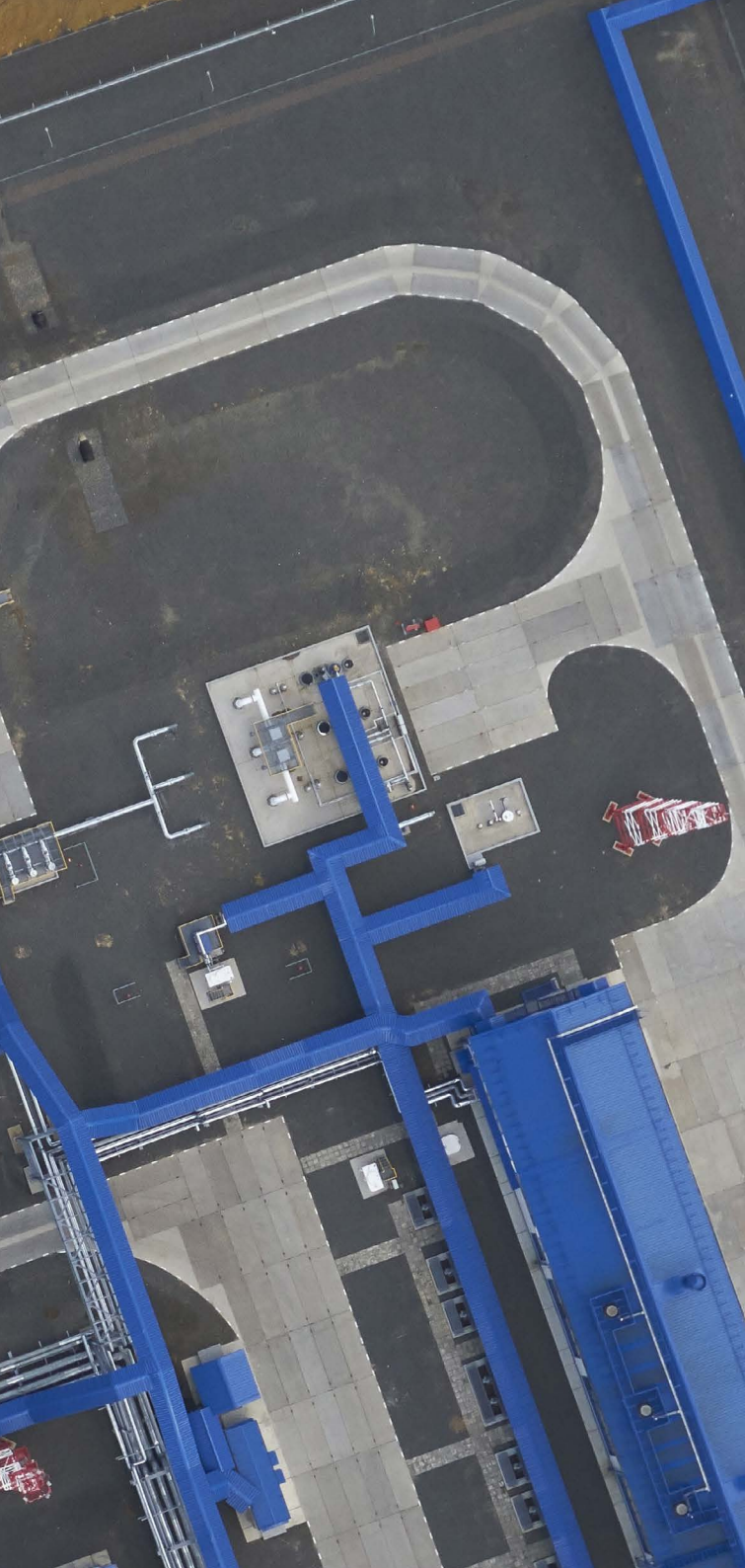
*Specialist in the field of terrestrial laser scanning of industrial facilities. During 2011 - 2015 worked at Kuban State Technological University, first as an educational master, and since 2013 as a teacher. From 2015 to 2019, she held the position of Head of the Terrestrial Laser Scanning Department at IBCon LLC. Currently, she is a leading engineer at Trimetari Consulting LLC.*

*Since 2018, she has been conducting scientific activities. Currently, preparations are underway for the defence of the thesis on the topic «Development of a technique for terrestrial laser scanning of industrial facilities to create digital information models».*

### Proposal for terrestrial laser scanning of industrial object

Terrestrial laser scanning of industrial facilities has several features, among which are: a large number of laser scanner installation stations, short distances between stations, complex geometry and differences in the reflectivity of the measurement objects materials, as well as a large amount of data derived from the work. In this regard, the following studies have been carried out:

Process flow steps of importance in terrestrial laser scanning of industrial facilities have been analyzed, which include: determining the locations of laser scanning stations, scan settings, point cloud registration, and datum transformation.



Based on the analysis, the parameters of terrestrial laser scanning of industrial facilities were pre-calculated, such as:

- the permissible beam incidence angle and distance measurement errors;
- scan resolution depending on the size of the smallest measurement object, the distance to the object, the reflection coefficient of the surface and the beam incidence angle.

The maximum allowable distance between laser scanning stations was calculated, taking into account the point cloud registration using an Iterative Closest Point Algorithm.

The article suggests point cloud registration take into account the «circuit» of laser scanning stations and the creation of additional «nodal stations», which will improve the accuracy of determining the position of scanning stations and avoid collisions of two individual models.

Also, the article is proposed to perform point cloud registration of individual technological blocks into a single model of the technological site, taking into account processing measurements from the «network of scanning stations». At the same time, combining all technological sites into a single model is proposed by combining the point cloud of the «network of scanning stations» and the point clouds of technological sites, where both the first and second models have the same stations.

The work results can be helpful for specialists and researchers who use terrestrial laser scanning to solve different tasks at industrial facilities.