

## ПОСТРОЕНИЕ 3-D МОДЕЛИ УСАДЕБНОГО НАДЕЛА КРЕСТЬЯНСКОГО(ФЕРМЕРСКОГО) ХОЗЯЙСТВА «ЧЕРЕНКОВЫ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SKETCHUP

**С. М. КОМЛЕВА, О. Н. КОПЦОВ**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213470

(Поступила в редакцию 30.03.2022)

Современное землеустройство и землеустроительное проектирование требует создания сложных математических моделей, обеспечивающих формирование объектов проектирования и манипулирование ими, выбор и обоснование проектных решений. В связи с использованием исходных данных, имеющих пространственную привязку (картографические материалы, модели рельефа, данные о площадях, расстояниях, количественных и качественных характеристиках почв и ландшафтов, инфраструктурах и ресурсах, центрах производства и потребления и т.д.), требуется осуществление большого объема работ. В настоящее время развитие геопространственных технологий позволяет интегрировать их в процессы организации территории. До недавнего времени технологии ГИС были двумерными. С появлением широкодоступных трехмерных геопространственных технологий появился новый инструмент для более эффективного и рационального процесса организации территории. 3-D моделирование намного упрощает как процесс создания, так и окончательную доработку проектного решения, позволяет рассчитать необходимое количество материалов для производства, создать презентацию проекта, детально визуализировать внешний или внутренний дизайн здания, архитектуру ландшафта и т.д. В ближайшем будущем оно может стать неотъемлемой частью процесса проектирования, в т. ч. и в землеустройстве. В статье рассмотрены программные комплексы для построения 3-D моделей. Анализ их возможностей позволил выбрать для дальнейшей работы программу SketchUp. Выбор обусловлен тем, что ею можно пользоваться на бесплатной основе, она не требует мощного оборудования, хорошо интегрируется с другими программами, имеет широкий набор инструментов для 3-D проектирования, интуитивно-понятный интерфейс и огромную библиотеку уже готовых моделей 3-D Warehouse. В статье представлена 3-D модель усадьбы крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы».

**Ключевые слова:** землеустройство, 3-D моделирование, цифровая 3-D модель, SketchUp, геопространственные технологии, проектирование, крестьянское (фермерское) хозяйство, организация территории, усадьба, программный комплекс.

*Modern land management and land management design requires the creation of complex mathematical models that provide the formation of design objects and their manipulation, the choice and justification of design solutions. In connection with the use of initial data with spatial reference (cartographic materials, relief models, data on areas, distances, quantitative and qualitative characteristics of soils and landscapes, infrastructures and resources, centers of production and consumption, etc.), a large amount of work is required. Currently, the development of geospatial technologies makes it possible to integrate them into the processes of organizing the territory. Until recently, GIS technologies were two-dimensional. With the advent of widely available 3D geospatial technologies, a new tool has emerged for a more efficient and rational process of organizing the territory. 3D modeling greatly simplifies both the process of creating and finalizing a design solution, allows you to calculate the required amount of materials for production, create a project presentation, visualize in detail the external or internal design of a building, landscape architecture, etc. In the near future, it may become an integral part of the design process, including land management. The article discusses software systems for building 3D models. An analysis of their capabilities made it possible to choose the SketchUp program for further work. The choice is due to the fact that it can be used free of charge, it does not require powerful hardware, it integrates well with other programs, it has a wide range of 3D design tools, an intuitive interface and a huge library of ready-made 3D Warehouse models. The article presents a 3D model of the estate of the peasant (farmer) household "Cherenkovy".*

**Key words:** land management, 3D modeling, digital 3D model, SketchUp, geospatial technologies, design, peasant (farmer) households, territory organization, estate, software package.

### **Введение**

Понимание того, как инженерное оборудование и застройка территории будут физически воздействовать на окрестности, является неотъемлемой частью процесса землеустройства. Это верно для всех областей физической организации территории: транспорта, земельных участков, зонирования и комплексных проектов организации территории. Геопространственные технологии широко используются для облегчения процесса организации территории путем демонстрации физического воздействия предложенных проектов на участок и окрестности. Ранее широко использовали двухмерный ГИС-анализ и картографирование, чтобы наглядно проиллюстрировать предложения по организации территории и продемонстрировать пространственное воздействие предложенных проектов. В последнее время обращаются к трехмерным (3-D) технологиям.

Есть много способов использования 3-D технологий в процессе проектирования. Считается, что модели предоставляют эффективный и интерактивный визуальный подход, который при правильном применении может привести к более качественному анализу, взаимодействию с заинтересованными сторонами и более эффективному принятию решений. Предоставляя более рациональные и эффективные визуальные представления о будущей организации территории, 3-D модели могут играть

важную роль в передаче предложений по развитию и формированию более качественной обратной связи между исполнителями и заказчиками. 3-D технологии могут быть интегрированы в процесс организации использования земель. Применяя новейшие трехмерные геопространственные технологии, можно разработать комплексную модель территории. 3-D модель более эффективна по сравнению с 2D-технологиями в качестве инструмента визуализации для организации территории, оценки ее использования с точки зрения простоты разработки модели [3].

#### **Основная часть**

В настоящее время существует большое количество программных средств для построения 3-D моделей, отличающиеся друг от друга:

1. ContextCapture предназначен для создания, редактирования и совместного использования готовых 3-D моделей реальности из изображений и/или данных облаков точек для проектирования. Позволяет обрабатывать данные для создания моделей реальности, ортофотоснимков, цифровых моделей поверхностей и облаков точек. В данной программе возможно создание масштабных и сложных 3-D моделей существующих реальных объектов, включая модели целых городов, чтобы предоставлять контекст объекта при проектировании, строительстве и эксплуатации любых инфраструктурных проектов [2];

2. MicroStation – создано для автоматизированного проектирования и информационного моделирования, а также для создания эффективных 2-D и 3-D чертежей для наборов данных любого размера. Разнообразный инструментарий позволит с легкостью интегрировать в проекты любую информацию: DWG-файлы, сетки реальности, данные ГИС и модели из внешних источников [2];

3. AgisoftMetashape Professional – максимально раскрывает возможности фотограмметрии; включает в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки, что позволяет получать результаты самой высокой точности; позволяет создавать высокодетализированные 3-D модели только по фотографиям, без использования дорогостоящего оборудования [1];

4. SketchUP – позволяет создавать 3-D модели, демонстрировать их в качестве презентации, обмениваться ими. Программа будет полезна везде, где есть необходимость применения 3-D моделей, будь то проектирование пристройки для дома, обучение школьников геометрии или же создание модели для Google Earth. Множество простых инструментов и задействование интеллектуальной системы рисования позволяют легко создавать и редактировать модели, экспортировать их, создать видеоролик или распечатать результаты работы, быстро научиться ими пользоваться. Вместо введения значений координат можно использовать многофункциональную систему управления местоположением объекта с помощью меток, текстовых подсказок, линий различных цветов. Пользование инструментами максимально приближено к реальной жизни, ведь так намного легче научиться и, главное, запомнить, как ими пользоваться [4].

Проанализировав возможности программных средств для построения 3-D моделей, нами было принято решение для дальнейшей работы использовать программу SketchUp. Такой выбор обусловлен, в первую очередь, возможностью пользоваться данной программой на бесплатной основе, не требует мощного оборудования, хорошо интегрируется с другими программами. Кроме этого, следует отметить широкий набор инструментов для 3-D проектирования, интуитивно-понятный интерфейс и огромную библиотеку уже готовых моделей 3-D Warehouse.

Для построения 3-D модели усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» выделен участок площадью 1 га, на котором произведено размещение жилых и производственных зданий, плодовых деревьев и теплиц для выращивания овощей.

В программном комплексе SketchUp для построения 3-D модели рельефа местности можно пойти тремя путями:

1. Загрузить область с высотными метками из сервиса Google Earth и выполнить построение на основе этих данных (рис. 1а).

2. Импортировать поверхность из программного комплекса AutoCAD (рис. 1б).

3. Построить поверхность при помощи инструмента «Sandbox» программного комплекса SketchUp (рис. 2).

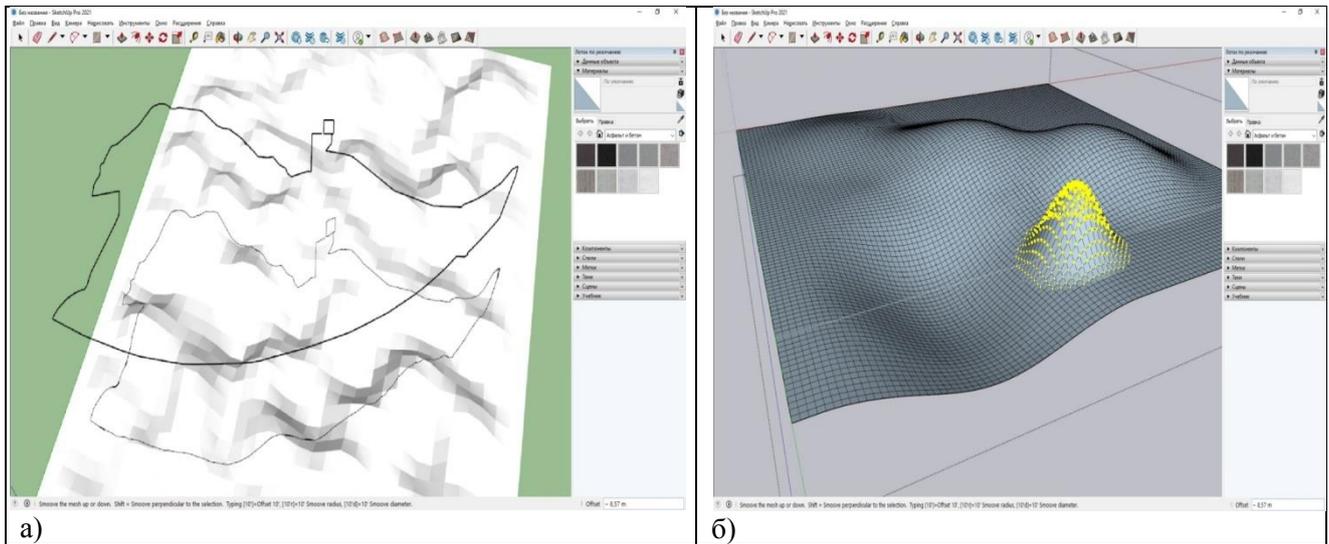


Рис. 1. Рельеф местности: а) полученный из сервиса GoogleEarth, б) экспортированный из программного комплекса AutoCAD

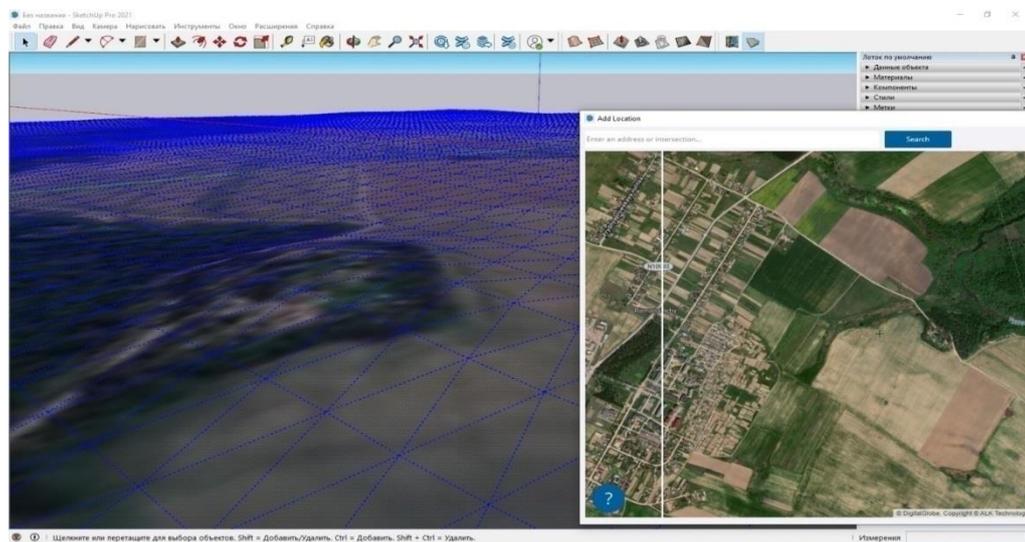


Рис. 2. Рельеф местности, построенный при помощи инструмента «Sandbox»

Как результат работы в программном комплексе SketchUp, построен рельеф усадебного надела (рис. 3).

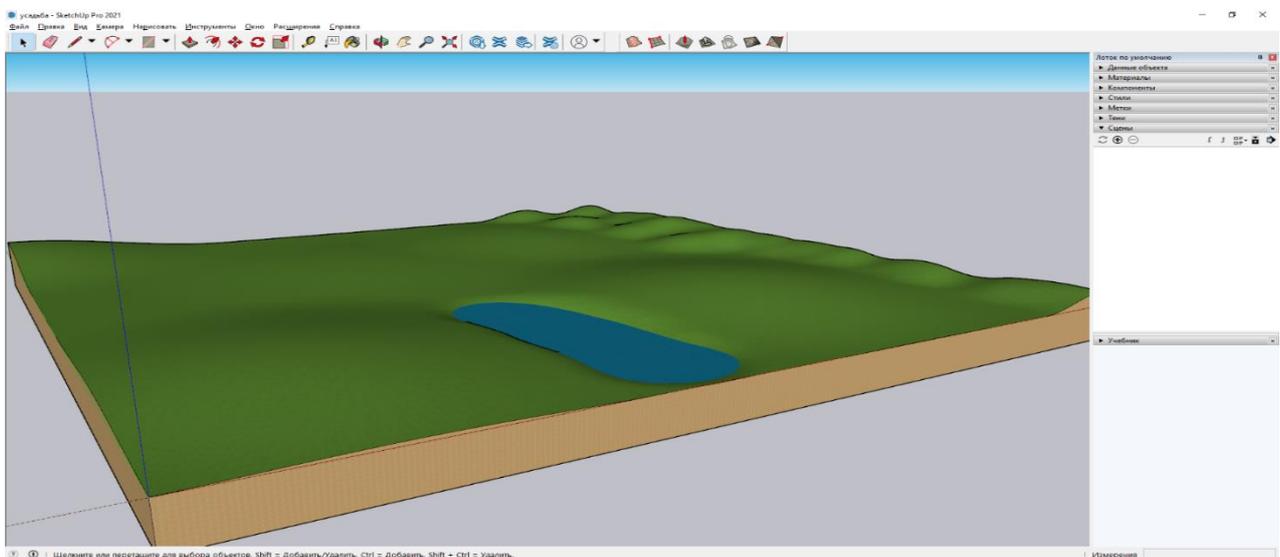


Рис. 3. Рельеф усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы»

После анализа рельефа территории усадебного надела запроектированы работы по вертикальной планировке участка для его выравнивания в горизонтальную плоскость.

Программный комплекс SketchUp позволяет создавать фотореалистичные 3-D модели объектов на основе их снимков, полученных с БПЛА.

Для построения 3-D модели новой усадьбы крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» с применением программного комплекса SketchUp использованы готовые проекты зданий и сооружений (рис. 4).

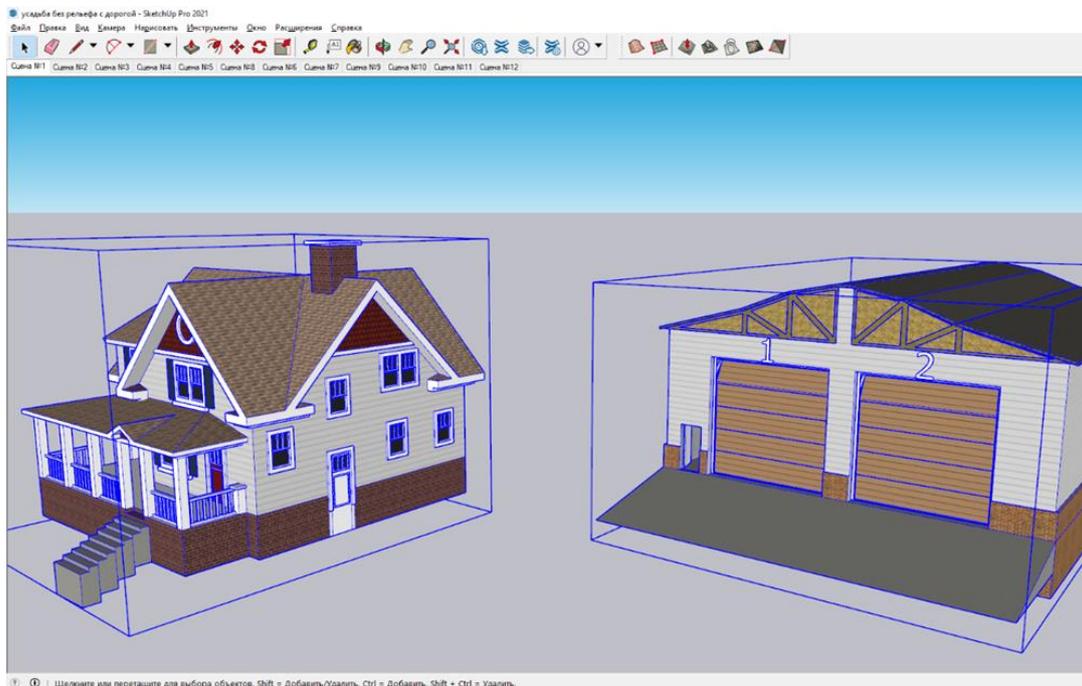


Рис. 4. 3-D проекты зданий и сооружений

Размещение построек на территории усадьбы представлено на рис. 5.



Рис. 5. Размещение построек на территории усадьбы

(1 – навес для двух автомобилей, 2 – кирпичный жилой дом, 3 – беседка, 4 – деревянная баня, 5 – шесть теплиц, 6 – ангар для техники, 7 – амбар для хранения продукции, 8 – открытая площадка для техники, 9 – плодовые деревья)

По проекту предусмотрено строительство четырех капитальных зданий: кирпичный жилой дом, деревянная баня, ангар для техники, амбар для хранения продукции.

Также на территории усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» запроектированы: навес для двух автомобилей, беседка, шесть теплиц и открытая асфальтированная площадка для техники, а также произведено перспективное размещение плодовых деревьев.

Общий вид 3-Д модели усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» представлен на рис. 6.

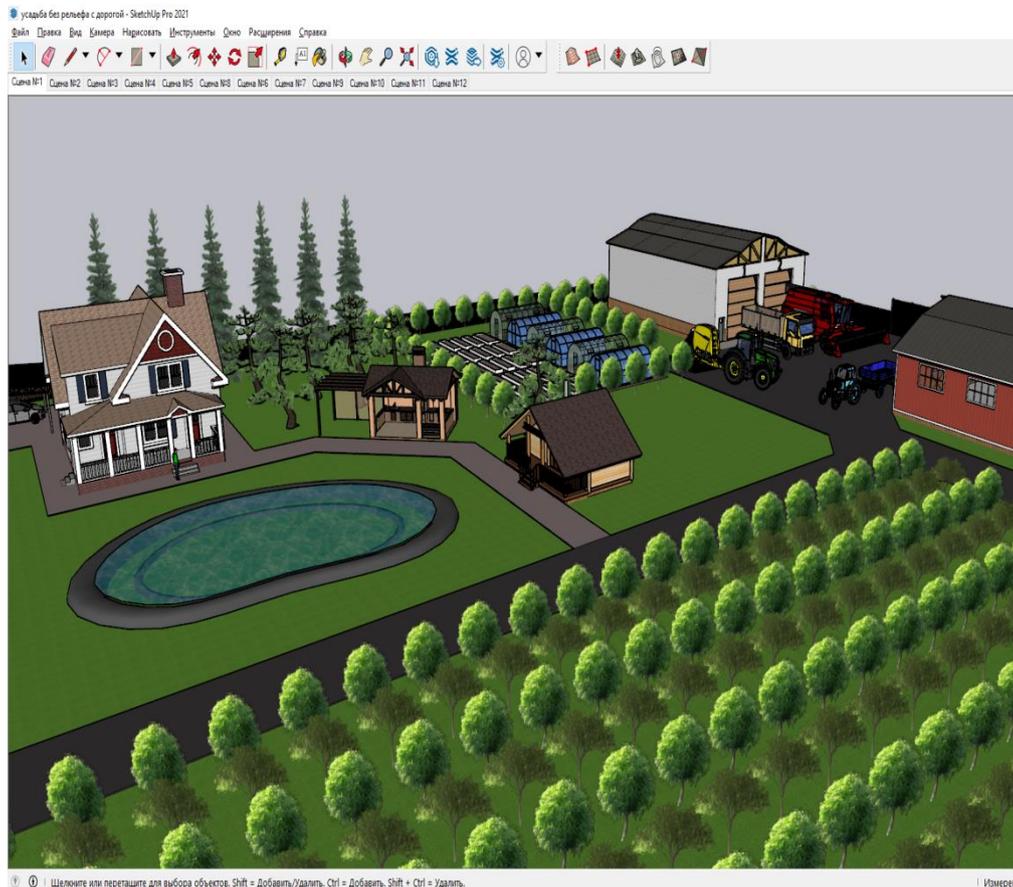


Рис. 6. 3-Д модель усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы»

Построенная 3-Д модель усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства дает наглядное представление о проектном решении по устройству его территории и организации использования земель, а также возможность быстрой его корректировки.

### **Заключение**

3-Д модели – трехмерные модели, использующие пространственную информацию, выполняющие достоверный реалистичный анализ и технико-экономическое обоснование на основе конкретных стандартов зонирования или предложений по развитию территории.

Главным преимуществом беспилотной съемки и трехмерного моделирования является относительная дешевизна и очень высокая степень детализации, а также сокращение времени работы специалиста. При этом исключается выполнение однотипных операций. Результатом проектирования является модель, максимально приближенная к реальности, эскиз проекта, создание презентации, детально визуализирующей внешний или внутренний дизайн здания, архитектуру ландшафта и т.д.

Изучив имеющиеся программные комплексы создания 3-Д моделей, выбрана программа SketchUp. В данном программном комплексе построен рельеф и создана 3-Д модель усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы».

Возможностями данного программного обеспечения являются:

- создание презентаций проекта;
- рисование, изменение, вращение, масштабирование и перемещение геометрической фигуры;
- расположение и аннотирование множества масштабированных изображений на одной странице;
- экспорт 3-Д моделей в CAD и другие 3-Д форматы, экспорт 2-Д векторных изображений;

- создание многостраничных документов и презентаций;
- создание настраиваемых элементов и обозначений для презентаций, с использованием векторных 2-D инструментов;
- создание рендеринг эффектов в виде набросков и тумана, подписывание моделей при помощи 3-D текста, эмблем и водяных знаков;
- сопоставление существующих моделей к фоновым изображениям;
- получение профессиональной поддержки по электронной почте;
- добавление заготовленных компонентов и создание новых;
- сглаживание поверхности;
- обмен моделями в службе 3D-моделей;
- возможность печати части модели, отображаемой в области рисования SketchUp;
- экспорт анимации и проходов в MOV- или AVI-файлы;
- возможность быстрого создания естественного окружения в виде города, природы, людей и прочих элементов и т. д.

3-D моделирование намного упрощает как процесс создания, так и окончательную доработку проектного решения, позволяет рассчитать необходимое количество материалов для производства.

Ожидается, что использование технологий 3-D моделирования значительно сократит затраты на проектирование. Они станут более удобными для пользователя, что позволит им стать неотъемлемой частью процесса проектирования, в т. ч. и в землеустройстве.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. AgisoftMetashapeProfessional. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.geoscan.aero/ru/software/agisoft/metashape\\_pro](https://www.geoscan.aero/ru/software/agisoft/metashape_pro) – Дата доступа 13.01.2022.
2. ContextCapture. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bentley.com/ru/products/brands/contextcapture> – Дата доступа 13.01.2022.
3. Pettit, Christopher J., Cartwright, William, and Berry, Michael. 2006. Geographical visualization: A participatory planning support tool for imagining landscape futures. *AppliedGIS* 2 (3): pp. 22.1– 22.17.
4. SketchUp. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sketchup.com/ru> – Дата доступа 28.01.2022.