**Слайд 1.** Здравствуйте, уважаемая комиссия, я хочу представить квалификационную работу бакалавра на тему «Метод построения велосипедных маршрутов».

В последнее время популярность использования велосипедов растет. Поэтому многие велосипедисты нуждаются в сервисах, которые помогут им построить оптимальный, безопасный или маршрут для тренировки на шоссейном велосипеде.

**Слайд 2.** Целью работы является разработка метода построения велосипедных маршрутов и его реализация в виде Web-приложения. Для ее достижения необходимо выполнить ряд задач:

* Анализ и выбор алгоритмов построения оптимальных и субоптимальных маршрутов;
* Разработка метода построения веломаршрутов различных видов;
* Построение графа дорог из исходных данных о карте;
* Реализация разработанного метода;
* Исследование полученных результатов.

**Слайд 3.** Основными алгоритмами поиска кратчайших путей являютсяпоиск в ширину, алгоритм Беллмана — Форда, Флойда — Уоршелла, Дейкстры, А\*. Для реализации были выбраны 2 последних из-за меньшей вычислительной сложности. Для поиска альтернативных путей были выбраны алгоритмы Йена и поиска Е-близких путей.

**Слайд 4.** Работу метода можно разделить на 3 этапа:

1. Построение графа дорог;
2. Построение маршрута;
3. Отображение маршрута на карте.

Этап построения графа дорог выполняется один раз, а оставшиеся два этапа используют полученный граф.

**Слайд 5.** Сеть дорог представляется в виде связного ориентированного графа*.* Пересечения дорог являются его вершинами, каждая из которых имеет географические координаты. Ребрами являются дороги, соединяющие перекрестки. Весом ребра является его длина, которая высчитывается по формуле расстояния между точками на поверхности Земли.

**Слайд 6.** Исходными данными этапа построения графа дорог является XML-файл со сведениями о карте OpenStreetMap. На основе этого файла создается реляционная база данных MS SQL Server с информацией обо всех дорогах. После этого из базы удаляются все данные о дорогах, по которым запрещен или невозможен проезд на велосипеде. Далее получаются все точки карты, являющиеся пересечениями дорог. На основе этой информации создается нереляционная графовая база данных Neo4j, представляющая сеть дорог.

**Слайд 7.** Этап построения маршрута можно разделить на 3 задачи.

1. Построение кратчайшего маршрута;
2. Поиск альтернативных путей;
3. Выбор маршрута в зависимости от его вида.

**Слайд 8.** Для построения кратчайшего маршрута используются алгоритмы Дейкстры и А\*.На каждом их шаге уменьшаются метки расстояний до вершин, смежных с текущей. Из необработанных выбирается вершина с наименьшей меткой *f(v).* Для алгоритма Дейкстры метка 𝑓(𝑣) – это расстояние от начальной вершины до вершины 𝑣. Для алгоритма А\* к этому значению прибавяется оценка расстояния от *v* до конечной вершины, вычисленная по формуле расстояния между точками на поверхности Земли.

**Слайд 9.** Рассмотрим алгоритмы построения субоптимальных маршрутов. Алгоритм Йена находит 𝐾 маршрутов, являющихся наиболее близкими к оптимальному. Найденный кратчайший путь добавляется в список A, который в итоге должен содержать K найденных путей. На каждой из *К* итераций с помощью удаления ребер ищутся новые маршруты, которые добавляются в список В. Маршрут, имеющий минимальную длину перемещается из В в список А. Алгоритм продолжает работу, пока в списке A не будет записано K путей.

**Слайд 10.** Алгоритм поиска Е-близких путей находит маршруты, которые длиннее кратчайшего не более, чем на величину Е. Он основан на алгоритме Дейкстры и отличается тем, что на каждом шаге он не уменьшает метки вершин, а добавляет новые, каждый раз сохраняя вершину из которой он дошел до текущей. После достижения конечной вершины на основе проставленных меток ищутся все пути, длина которых меньше, чем длина кратчайшего + Е.

**Слайд 11.** На последнем этапе поиска маршрута из списка альтернативных путей выбирается тот, который больше соотвествует выбранному виду (безопасному или спортивному). Этот выбор производится на основе типа дороги каждого ребра пути. Для каждого маршрута вычисляется коэффициент безопасности по формуле, представленной на слайде. Безопасный маршрут – это путь с максимальным коэффициентом безопасности, а спортивный – с минимальным.

**Слайд 12.** На основе описанных алгоритмов был разработан программный продукт, структура которого представлена на данном слайде.

**Слайд 13.** На этом слайде показаны результаты работа метода в зависимости от выбранного вида маршрута.

**Слайд 14.** По полученным результатам было проведено исследование с использованием разных комбинаций алгоритмов для поиска безопасного маршрута. На графиках показаны зависимости времени поиска и коэффициента безопасноти маршрутов, построенных с помощью алгоритмов Йена и поиска Е-близких путей от коэффициентов К и Е. Анализ полученных результатов показал, что комбинация алгоритмов Дейкстры и поиска Е-близких путей имеет лучшие показатели в скорости работы и качестве полученного результата.

**Слайд 15.** В результате выполнения данной работы были решены следующие задачи:

Проведен анализ и выбор алгоритмов для построения оптимальных и субоптимальных маршрутов в графах; Разработан метод построения веломаршрутов различных видов; Построен граф из исходных данных о карте; Реализован разработанный метод в виде web-приложения; Проведено исследование результатов работы метода.

В качестве перспективы развития данной работы планируется добавить просмотр подробной информации о построенном маршруте, ручное редактирования пути и возможность отмечать зоны, нежелательные для проезда.