

## **ВЫБОР ЛОКАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ФАКТОРНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЗАГРУЗКИ УЛИЧНО- ДОРОЖНОЙ СЕТИ**

Крысин С. Н., магистр, научный сотрудник

Бородин Д. А., магистр, научный сотрудник

Научный руководитель: Косолапов А. В. к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

**Аннотация.** В статье приведено обоснование выбора локальной области факторного пространства в транспортном эксперименте при создании информационной системы загрузки улично-дорожной сети. В соответствии с теорией планирования эксперимента выбраны ограничения и уровни проведения эксперимента.

**Ключевые слова.** Теория планирования эксперимента, транспортный эксперимент, общая область, локальная область.

### **1. Планирование эксперимента**

Выбор локальной области факторного пространства эксперимента и её размеров в теории проведения эксперимента первоочередная задача которую необходимо решить и привести к общедоступному пониманию.

В экспериментальной части создания системы загрузки улично-дорожной сети такая локальная область будет являть собой совокупность точек приёма навигационных данных с городского пассажирского транспорта попавших в некий пространственно-временной отрезок, в последствие структуризация и анализ которых, будут основной программной составляющей системы.

Определение локальной области факторного эксперимента относится к неформализованным решениям, которые относятся к типу ситуативных решений для каждой научной области. Отличаются от формализованных решений тем что требуют решений исходящих из опыта проведения подобных экспериментов, и перебора различных решений с варьированием в угоду определяющим факторам, пока не будет подобрано правильное решение. Это важный этап принятия неформализованных решений, предшествующих построению плана первой серии эксперимента

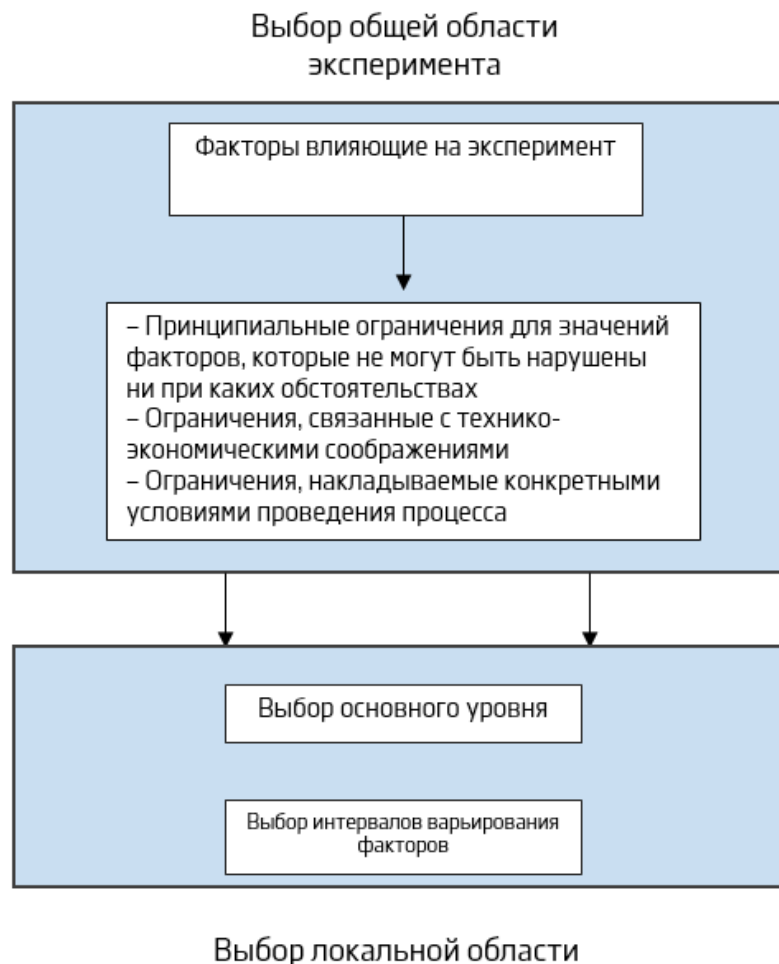


Рис. 1 – Схема планирования эксперимента

## 2. Выбор общей области эксперимента

На начальном этапе выбора области эксперимента необходимо установить возможные и целесообразные рамки проведения эксперимента. В теории планирования эксперимента выбор общей области подразумевает под собой, выбор области определения факторов, иначе интерпретируя установка факторных границ при которых получаемые сведения имели бы минимальные и максимально возможные значения. Теория в этом пункте полагается на тщательный анализ априорной информации (Априорной информацией называется информация, полученная в предыдущих исследованиях, т. е. до начала эксперимента). В случае планирования транспортного эксперимента, являющегося необходимой частью в создании информационной системы загрузки улично-дорожной сети, априорной информацией будет являться общность навигационных, а так же анализ сложившейся организации дорожного движения на участке эксперимента. Сложившаяся организация дорожного движения на экспериментальном участке будет определяющим фактором при учёте ограничений нескольких типов.

- **Первый тип** – принципиальные ограничения для значений факторов, они подразумевают под собой не возможность их нарушения ни при каких обстоятельствах. Принципиальными ограничениями в транспортном эксперименте могут быть следующие ограничения.

1. Область эксперимента не должна по своей протяженности превышать длину перегона. Не имеет смысла брать область большую чем длинна самого перегона по причине того что

эксперимент справедлив только для того перегона на котором он проводится, для другого перегона определяющие факторы могут быть иными.

- **Второй тип** – по теории эксперимента имеет смысл в следующем, ограничения, связанные с технико-экономическими соображениями, стоимостью проведения эксперимента, временем проведения эксперимента и т. п.

1. К таковым в транспортном эксперименте можно отнести невозможность расположения факторной области, в зоне действия остановочных пунктов. С этим типом ограничений можно поступить для получения большего количества данных, в тех случаях когда исследуемый подвижной состав игнорирует остановочный пункт, в виду разности остановок на различных маршрутах установленных центральной диспетчерской службой.

- **Третий тип** – ограничения относящиеся к конкретным условиям проведения процесса, такими как существующей технической аппаратурой, технологией, организацией. В транспортном эксперименте такой тип ограничения может накладываться в следствии существующей технической обеспеченности подвижного состава навигационным оборудованием отвечающим необходимым стандартам точности для эксперимента.

1. Расчёт длины области эксперимента не должен превышать тот пространственно-временной отрезок который бы преодолел исследуемый транспорт за время равное дискретности получения данных со спутника. Попадание нескольких данных от одного и того же транспортного средства, вызывает информационный шум, и «эффект данных из будущего». Данное ограничение накладывается лишь техническими характеристиками оборудования. Для игнорирования данного ограничения при создании информационной системы загрузки улично-дорожной сети, может быть подключен программный комплекс будущей системы, который позволит фильтровать такие данные и предотвратить их попадание в анализируемые.

2. Сбор данных производить только при разрешённом сигнале светофора в конце исследуемого перегона. Известна информация о времени цикла светофорного объекта, при помощи аппаратного комплекса необходимо установить синхронизацию светофорного цикла и астрономического времени.

### 3. Выбор основного уровня

Ссылаясь на теорию планирования эксперимента основным уровнем называется точка, расположенная в центре локальной подобласти фактора, т.е. точка, расположенная в центре исследуемого диапазона изменения фактора. Интерпретируя это знание для транспортного эксперимента мы выбираем эту точку по оси времени эксперимента, в которой зафиксировано наибольшее попадание значений навигационных данных с разных исследуемых подвижных единиц.

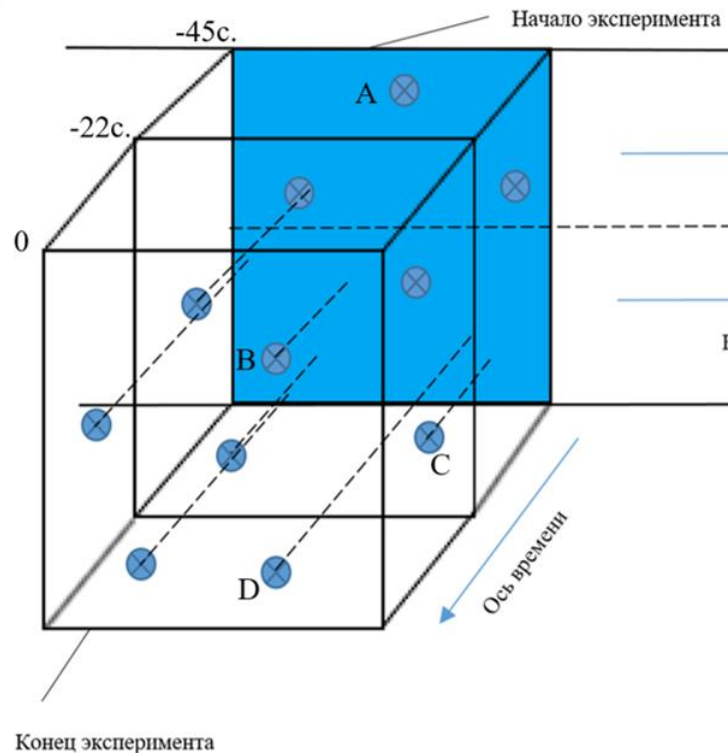


Рис. 3.1 – Основной уровень эксперимента

Выбор этой точки осуществляется на основании анализа исходных навигационных данных которые являются для нас априорной информацией. Как правило, по теории планирования эксперимента, основной уровень располагают в области наилучших условий протекания, если таковые известны, в нашем эксперименте мы не обладаем такой информацией, но на основе априорных данных программный комплекс, по лишь, формальным признакам, таким как наибольшее число попаданий навигационных данных в локальную область факторного пространства, может смоделировать область наилучшего протекания эксперимента. Последовательность определения основного уровня в широком смысле описанном в теории планирования эксперимента можно представить в виде блок-схемы, приведенной на рис. 3.2.



Рис 3.2 – Блок схема планирования

#### 4. Выбор интервалов варьирования

Следующим шагом в теории планирования эксперимента является выбор интервалов варьирования факторов. Интервалом варьирования факторов называется некоторое число, которое основывается на основе изучения априорной информации и прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание – нижний уровни фактора. Нижний и верхний интервалы варьирования располагаются между основным уровнем и ограничениями накладываемыми при выборе общей области эксперимента, протекание эксперимента в этих границах, между основным уровнем и верхним и нижнем уровнями, будет эталонным и идеальным, в плане достоверности данных, для дальнейших расчётов программной части. Верхний и нижний уровни варьирования представляют собой соответственно верхнюю и нижнюю границы локальной подобласти планирования эксперимента. На выбор интервалов накладываются естественные ограничения установленные нами при выборе общей области эксперимента сверху и снизу, однако интервал варьирования не может быть меньше погрешности с которой могут быть получены исходные навигационные данные, если речь вести о транспортном эксперименте. Это спровоцирует то что нижний и верхний интервалы станут не различимы, а получаемые значения скорее всего выйдут за пределы интервала варьирования и в последствии может быть поставлена под сомнение достоверность расчетов программной части.

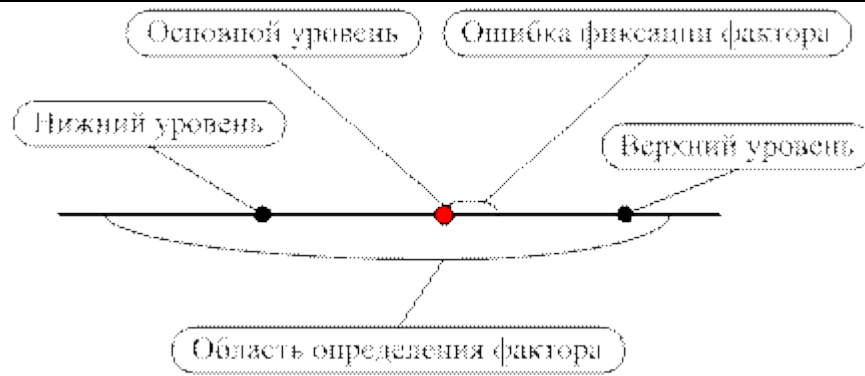


Рис. 4.1 Интервалы варьирования

Но в противовес этому теория планирования эксперимента говорит о том что интервалы варьирования не могут быть настолько большими, чтобы граничные уровни оказались за пределами области определения, потому как это бы опять же ставило под сомнение достоверность всех полученных расчётов и становился бы бессмысленным выбор необходимых ограничений при планирование общей области эксперимента. При выборе интервалов варьирования полезна следующая априорная информация: экспериментальная точность фиксации факторов. Часто эта информация бывает ориентировочной или даже ошибочной, но это единственная основа, на которой можно начинать планировать эксперимент. В транспортном эксперименте при создании информационной системы загрузки улично-дорожной сети из за отсутствия априорной информации в привычном её виде, и не возможности смоделировать универсальную область погрешности фиксации фактора, мы полагаем что можно принять интервалы варьирования граничным точкам общей области проведения эксперимента обусловленную естественными ограничениями накладываемыми на эксперимент, либо не значительно меньшую от границ общей области.

**Вывод.**

Таким образом адаптировав теорию планирования эксперимента наглядно представим транспортный эксперимент. Формируем область определения фактора основной нижней

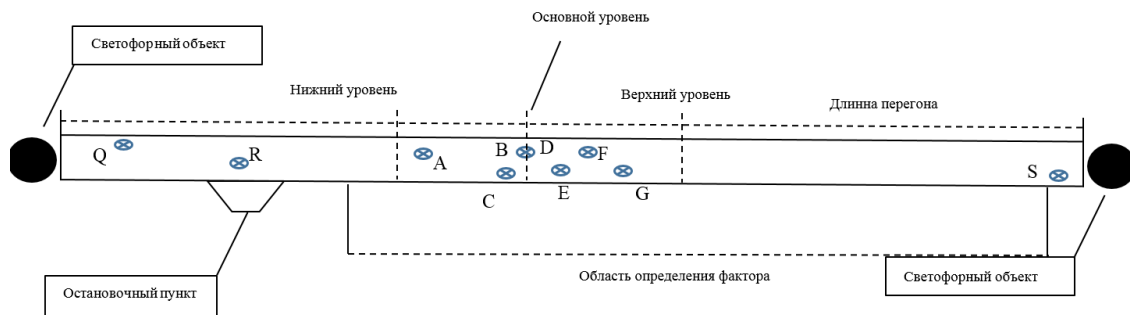


Рис. 4.2 – Транспортный эксперимент

и верхний уровни на основе априорной информации о этом перегоне. Получив необходимый пул данных с транспортного эксперимента, которые приведены в формат таблиц. Эти данные это основа создания информационной системы загрузки улично-дорожной сети, на их основе программный комплекс осуществляет расчёты для дальнейшего анализа.

Таблица 4.1 – Данные полученные от экспериментальной части

Подвижная единица	Дата	Астрономическое время	Координаты, широта	Координаты, долгота	Скорость
-------------------	------	-----------------------	--------------------	---------------------	----------

A	30.09.2014	8:00:35	55,33163	86,06242	26
B	30.09.2014	8:01:10	55,33201	86,06241	38
C	30.09.2014	8:00:35	55,33307	86,06238	46
D	30.09.2014	8:00:35	55,33317	86,06238	54
E	30.09.2014	8:00:35	55,33459	86,06334	34
F	30.09.2014	8:01:10	55,33954	86,07356	47
G	30.09.2014	8:01:10	55,33733	86,01678	55

### Список литературы

1. Богумил В. Н., Оценка основных параметров транспортных потоков на улично-дорожной сети города на основе обработки навигационных данных городского пассажирского транспорта: дис. ... канд. техн. наук/ В. Н. Богумил. – Москва, 2011. – 212 с.
2. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. — Минск: Изд-во БГУ, 1982. — 302 с.
3. Корягин М.Е. Реконструкция параметров «плавающих» автомобилей кубическими функциями/ Корягин М.Е., Косолапов А.В.// Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2009. № 1. С. 39-43.
4. Косолапов А.В. Оценка транспортных задержек с помощью «плавающих» автомобилей// Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. Материалы Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Захаров Н.С.. 2009. С. 203-207.
5. Косолапов А.В. Динамическое распределение транспортных потоков на основе технологий интеллектуальных транспортных систем/ Косолапов А.В.// Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. № 2 (46). С. 136-138.
6. Косолапов А.В. Прогнозирование транспортных заторов на перегоне улицы при использовании спутниковых навигационных систем/ Косолапов А.В.// Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. № 5 (50). С. 98-101.
7. Косолапов А.В. Использование навигационных данных маршрутных автобусов в качестве возможного ресурса для мониторинга параметров транспортных потоков/ Косолапов А.В., Ощепкова Е.А., Крысин С.Н.// Материалы XV Международной научно-практической конференции, Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014. 6–7 ноября 2014 г., Кемерово
8. Крысин С. Н. Разработка автоматизированной информационной системы контроля уровня загрузки улично-дорожных сетей городов// дис. на соискание академической степени магистра по направлению 23.04.01 «Технология транспортных процессов», Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кемерово, 2015 г.
9. Крысин С.Н. Создание информационной системы загрузки улично-дорожной сети на основе данных «Wialon pro»// Россия молодая сборник материалов VI всероссийской, 59-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Ответственный редактор: Блюменштейн В. Ю., 2014, С. 110.
10. Крысин С.Н. Использование навигационных данных маршрутных автобусов в качестве возможного ресурса для мониторинга параметров транспортных потоков// Роль молодых ученых в инновационном развитии регионов. Материалы Всероссийской научно-практической школы. Редколлегия: В.П.Тациенко (отв. редактор), А.Ю. Игнатова (зам.отв. редактора). 2014. С. 31.
11. Крысин С.Н. Адаптация метода «плавающего автомобиля» под использование данных спутниковой навигации с городского пассажирского транспорта// Россия молодая сборник материалов IX всероссийской, 61-й научно-практической конференции

- молодых ученых с международным участием. Ответственный редактор: Костюк С. Г., 2017, С. 110.
12. Ермаков С. М. Математическая теория планирования эксперимента. — М: Наука, 1983. — 392 с.
  13. Жданов В.Л. Анализ критериев выбора оптимальной структуры и длительности цикла светофорного регулирования на изолированном перекрестке с помощью имитационного моделирования/ Жданов В.Л., Косолапов А.В., Козловский С.П. и др.// Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2012 Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор В.Ю. Блюменштейн, В.А. Колмаков (зам. отв. редактора). 2012. С. 141-144.