

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
Д. А. Зубцов  
02 июля 2014 г.

## ПРОГРАММА

по дисциплине: **Введение в математическое моделирование транспортных потоков**

по направлению: 010900 «Прикладные математика и физика»

факультет: **Ф У П М**

кафедра: **математических основ управления**

курс: 2 магистратуры

семестр: 3

Трудоёмкость: базовая часть – 0 зач. ед.  
вариативная часть – 3 зач. ед.  
по выбору студента – 0 зач. ед.

лекции – 34 часа Экзамен – 3 семестр

практические (семинарские)

занятия – нет Диф. зачет – нет

лабораторные занятия – нет

Самостоятельная работа – 34 часа

**ВСЕГО ЧАСОВ – 34**

Программу составили:

к. ф.-м. н., доцент А. В. Гасников,

к. ф.-м. н., доцент Я. А. Холодов,

асс. Ю. В. Дорн

Программа принята на заседании

кафедры математических основ управления

18 апреля 2014 года

Заведующий кафедрой

С. А. Гуз

## **I. Гидродинамические модели транспортных потоков**

1. Обобщенные решения законов сохранения. Метод исчезающей вязкости. Модель Лайтхилла–Уизема.
2. Задача об эволюции затора в транспортном потоке. Автомодельные решения. Промежуточная асимптотика. Гипотеза И.М. Гельфанда и теоремы Ильина–Олейник, Кружкова–Петросян, Хенкина–Шананина.
3. Схема Годунова. Модель клеточных автоматов К. Даганзо. Подход группы А.Б. Куржанского к управлению транспортными потоками.
4. Гидродинамические модели второго порядка (Пэйн–Уизем, Эйв–Раскл и др.). Вывод и замыкание гидродинамических моделей через феноменологическое уравнение состояния. Использование гидродинамических моделей на транспортном перекрестке.

## **II. Равновесные модели транспортных потоков**

5. Концепция равновесия макросистемы (понятие экстремали Больцмана) и принцип максимума энтропии. Теоремы Батищевой–Веденяпина и Малышева–Пирогова–Рыбко. Краткий обзор подходов ИСА РАН (Ю.С. Попков, В.И. Швецов).
6. Эволюционная теория игр и дарвиновский отбор. Связь с концепцией равновесия макросистем и принципом эволюционной оптимальности В.Н. Разжевайкина.
7. Вывод энтропийной модели расчета матрицы корреспонденций, BMW-модели равновесного распределения транспортных потоков.
8. Модель стабильной динамики (Нестерова–де Пальмы) и эволюционное обобщение интерпретации Л.В. Канторовича двойственных множителей.
9. Концепция конкурентного равновесия (случай седловой точки в выпукло-вогнутой задаче) и ее эволюционные аспекты.
10. Многостадийные модели равновесного распределения транспортных потоков.
11. Эффективные, содержательно интерпретируемые, численные методы поиска транспортно-экономических равновесий. Метод потенциалов Канторовича–Гавурина. Метод зеркального спуска и метод

двойственных усреднений Ю.Е. Нестерова. Связь с онлайн оптимизацией и с концепцией ограниченной рациональности.

12. Механизм Викри–Кларка–Гроуса и платные дороги. Идеи метаигрового синтеза.

### **III. Стохастические модели транспортных потоков**

13. Сети (Джексона) массового обслуживания. Теорема Гордона–Ньюэлла. Термодинамический предельный переход. Метод большого канонического ансамбля. Изучение фазового перехода по Малышеву–Замятину и Л.Г. Афанасьевой.
14. Случайные графы, степенные законы, модели роста сетей. Неравенства Талаграна, Азума–Хеффдинга и теоремы Райгородского–Гречникова и др.
15. Процессы с запретами. Эргодические свойства транспортного потока. Теорема М.Л. Бланка.

### **IV. Алгоритмические аспекты моделирования транспортных потоков**

16. Задачи на графах. Кратчайший путь. Максимальный поток. Транспортная задача. Некоторые релаксации.
17. Задача Штейнера. Задача Монжа. Подход Л.В. Канторовича.

### **V. Статистические аспекты моделирования транспортных потоков**

18. Интеллектуальный анализ транспортных данных. Метод наибольшего правдоподобия в форме В.Г. Спокойного. Приложение к идентификации параметров модели расчета матрицы корреспонденций.

#### **Основная литература**

1. Введение в математическое моделирование транспортных потоков / под ред. А.В. Гасникова. М.: МЦНМО, 2013. 427 с. 2-е изд. <http://www.mou.mipt.ru/gasnikov1129.pdf>
2. *Гасников А.В., Дорн Ю.В., Нестеров Ю.Е., Штирко С.В.* О трехстадийной версии модели стационарной динамики транспортных потоков // Математическое моделирование. 2014. Т. 26.

### Дополнительная литература

1. *Ortizar J.D., Willumsen L.G.* Modelling transport. JohnWiley & Sons, 2011.  
*Sandholm W.* Population games and Evolutionary dynamics. Economic Learning and Social Evolution. Cambridge: MIT Press, 2010.
2. Algorithmic game theory / ed. N. Nisan, T. Roughgarden, E. Trados, V.V. Vazirani. Cambridge Univ. Press, 2007.  
[http://www.eecs.harvard.edu/cs285/Nisan\\_Non-printable.pdf](http://www.eecs.harvard.edu/cs285/Nisan_Non-printable.pdf)
3. *Patriksson M.* The traffic assignment problem. Models and methods. Utrecht, Netherlands: VSP, 1994.
4. *Ahuja R.K., Magnati T.L., Orlin J.B.* Network flows: Theory, algorithms and applications. Prentice Hall, 1993.
5. *Sheffi Y.* Urban transportation networks: Equilibrium analysis with mathematical programming methods. N.J.: Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1985.
6. *Стенбринк П.А.* Оптимизация транспортных сетей. М. : Транспорт, 1981.
7. *Вильсон А.Дж.* Энтропийные методы моделирования сложных систем. М.: Наука, 1978.
8. *Гасников А.В., Гасникова Е.В.* Об энтропийно-подобных функционалах // Математические заметки. 2013. Т. 93, № 6. С. 816–824.
9. *Гасников А.В., Нестеров Ю.Е., Спокойный В.Г.* Об эффективности одного метода рандомизации зеркального спуска в задачах онлайн оптимизации // Автоматика и телемеханика. 2014.

Подписано в печать 02.07.2014. Формат 60 × 84  $\frac{1}{16}$ .

Усл. печ. л. 0,25. Тираж 100 экз. Заказ № 242

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Московский физико-технический институт  
(государственный университет)»

Отдел оперативной полиграфии «Физтех-полиграф»  
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9

E-mail: [rio@mail.mipt.ru](mailto:rio@mail.mipt.ru)