



Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(Сибстрин)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Дегтярев В. В.

*В. В. Дегтярев*  
(ФИО)  
17 октября 2013 г.  
(месяц) (год)

ПРОЕКТ РАБОЧЕЙ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
по дисциплине

**«Моделирование микротечений»**

(наименование дисциплины при нормативном сроке обучения, при ускоренном обучении)

для специальности

**01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы**

(код и сокращённое наименование специальности, код и наименование специализации)

индекс

**ОД.А.06**

(нумерация по учебному плану специальности НГАСУ (Сибстрин))

статус

форма обучения

**Очная**

(федеральный, национально-региональный компонент; компонент по выбору)

кафедра

**Теоретической механики**

Факультет **СФ**

Семестр и форма контроля	форма обучения:		Вид занятий и количество часов	форма обучения:	
	очная	заочная		очная	заочная
Год обучения	1	-	лекции, час	0	-
экзамен (ы)	1	-	практические (семинарские) занятия, час	0	-
зачёт (ы)	-	-	лабораторные занятия, час	0	-
			<b>всего аудиторных занятий,</b> час	<b>0</b>	-
индивидуальное задание	0	-	самостоятельная работа, час	72	-
реферат	1	-	<b>итого по дисциплине,</b> час	<b>72</b>	-

Рабочая программа составлена на основании: приказа Минобрнауки России от 16.03.2011, №1365

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

и одобрена

07  
(дата)

10  
(месяц)

2013  
(год)

Заведующий кафедрой

ТМ  
(кафедра)

Декан факультета

СФ  
(факультет)

Зав. отделом аспирантуры

*В. Я. Рудяк*  
(подпись)  
*В. В. Адищев*  
(подпись)  
*Т. А. Купницкая*  
(подпись)

Рудяк В.Я.  
(ФИО)

Адищев В.В.  
(ФИО)

Купницкая Т.А.  
(ФИО)

## 1.1. Содержание рабочей учебной программы

по дисциплине

### Моделирование микротечений

#### Введение.

- индекс (код) дисциплины: **ОД.А.06**
- наименование дисциплины: **Моделирование микротечений, 2014**  
(по учебному плану специальности НГАСУ (Сибстрин), год утверждения учебного плана)
- код номенклатуры специальности **01.02.05**  
наименование специальности: **«Механика жидкости, газа и плазмы»**

#### 1.2. Цели и задачи дисциплины.

1.2.1. **Цель преподавания дисциплины, её место в учебном процессе:** сформировать у аспиранта систематическое и глубокое понимание основ моделирования микротечений газов и жидкостей, выработать адекватную методологию решения задач в данной предметной области.

1.2.2. **Задачи дисциплины:** (а) сформировать у аспирантов навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности; (б) познакомить аспирантов с современными методами моделирования микротечений; (в) познакомиться с границами применимости существующих технологий моделирования.

1.2.3. **Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых аспирантами необходимо для изучения данной дисциплины:** физика, теоретическая механика, гидродинамика, молекулярная физика, математика.

#### 1.3. Содержание дисциплины.

##### Темы учебной дисциплины.

#### 1. Микротечения, их характеристики и применения

Особенности микротечений, их основные классы. Типичные модельные течения (Куэтта и Пуазейля). Коэффициент сопротивления. Длина скольжения, влияние эффекта скольжения на сопротивление канала. Коэффициенты аккомодации импульса и энергии. Параметры подобия в макроскопических и микроскопических течениях. Применения систем, использующих микроканалы, в MEMS-устройствах, медицине, энергосберегающих технологиях и других областях.

## 2. Метод молекулярной динамики

Принципы молекулярно-динамического моделирования. Потенциалы взаимодействия (межмолекулярного, молекулы с поверхностью). Основные типы алгоритмов, их эффективность. Коэффициенты переноса, их расчет методом молекулярной динамики. Методики моделирования микротечений Куэтта и Пуазейля. Термостаты, объемная сила, методики с заранее заданным расходом флюида и градиентом давления. Алгоритмы определения коэффициентов аккомодации. Моделирование шероховатости и смачиваемости поверхности стенок канала.

## 3. Методы гидродинамического моделирования

Концепция сплошной среды, границы ее применимости. Кинематика поля течения. Тензор скоростей деформаций. Уравнения гидродинамики. Постановка граничных условий. Длина скольжения. Методы гидродинамического моделирования, точность различных методов. Моделирование двухфазных течений, метод контрольного объема. Гидравлическое сопротивление микроканалов.

### Распределение учебных часов по видам занятий.

Темы дисциплин	Часы								
							сам. работа		
Форма обучения (очная, очно-заочная, заочная):							0		3
Тема 1. Микротечения, их характеристики и применения.							16		-
Тема 2. Метод молекулярной динамики.							30		-
Тема 3. Методы гидродинамического моделирования.							26		-
Итого:							72		-

### 1.4. Учебно-методические материалы по дисциплине.

#### Основная литература.

1. Allen J.J. Micro Electro Mechanical System Design; CRC Press: Boca Raton, FL, USA. 2005.
2. Gad el Hak M. The fluid mechanics of microdevices. The Freeman Scholar Lecture. J. Fluids. Eng. 1999. 121, 5–33.

3. Giordano N, Cheng JT. Microfluid mechanics: Progress and opportunities. *J. Phys.-Condens. Mat.* 2001. 13, R271–R295.
4. Ho C.M, Tai Y.C. Micro-electrical-systems (MEMS) and fluid flow. *Ann. Rev. Fluid Mech.* 1998. 30, 579–612.
5. Ou J, Perot B, Rothstein J.P. Laminar drag reduction in microchannels using ultrahydrophobic surfaces. *Phys. Fluids.* 2004. 6, 4635–4643.
6. Wu S. et al. A suspended microchannel with integrated temperature sensors for high pressure flow studies. MEMS. Heidelberg, Germany. 1998. P. 87–92.
7. Экштайн В. Компьютерное моделирование взаимодействия частиц с поверхностью твердого тела. М.: Мир, 1995. 327 с.
8. Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости. М.: Мир. 1973.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука. 1986. 733 с.
10. Рудяк В.Я. Статистическая аэрогидромеханика гомогенных и гетерогенных сред. Т. 2. Гидромеханика. Новосибирск: НГАСУ. 2005. 468 с.
11. Серрин Дж. Математические основы классической механики жидкости. М.: ИЛ. 1963.

#### Дополнительная литература.

12. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.: Наука, 1990. 427.
13. Rapaport D.C. The art of molecular dynamics simulation. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 651 p.
14. Рудяк В.Я., Белкин А.А., Егоров В.В., Иванов Д.А. Моделирование процессов переноса на основе метода молекулярной динамики. Коэффициент самодиффузии // ТВТ. 2008. Т. 46, № 1. С. 35–44.
15. Зубарев Д.Н. Неравновесная статистическая термодинамика, 1971.
16. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука. 1987.
17. Alder B.J., Wainwright T.E. Studies in molecular dynamics. II // *J. Chem. Phys.* 1960. V. 32. P. 459–463.
18. Alder B.J., Wainwright T.E. Studies in Molecular Dynamics. III. Transport coefficients for a hard-spheres fluid. *J. Chem. Phys.* 1970. V. 53. No. 10. P. 3813–3826.

Автор-составитель



(ПОДПИСЬ)

Белкин А.А.

(ФИО)