

**Казахский национальный университет им. аль-Фараби**  
**Силлабус**

**(SMTRGZhTCS 7302) «Статистическая модель турбулентности при расчете горения жидких топлив в камерах сгорания»**

**Осенний семестр 2021-2022 уч. год**

Код дисциплины	Название дисциплины	Тип	Кол-во часов в неделю			Кол-во кредитов	ECTS
			Лек	Практ	Лаб		
SMTRGZhTCS 7302	Статистическая модель турбулентности при расчете горения жидких топлив в камерах сгорания	ЭК	2	1	0	3	5
<b>Лектор</b>	Аскарлова А.С. д.ф.-м.н., профессор			<b>Офис-часы</b>		По расписанию	
<b>e-mail</b>	Aliya.Askarova@kaznu.kz						
<b>Телефоны</b>	87017106385			<b>Аудитория</b>		317	
Академическая презентация курса	<p>В академической программе специальности курс является элективным, формирующим индивидуальную траекторию обучения.</p> <p>Цель и задачи дисциплины:</p> <p><b>Ключевые слова, характеризующие круг научных интересов:</b> Численное моделирование теплофизика, вычислительная гидродинамика, тепло-массоперенос, горение, турбулентность, топливо, окислитель, теплоэнергетика, экология, вредные пылегазовые выбросы, плазменные технологии, горелочные устройства, камеры сгорания, новые компьютерные технологии, охрана окружающей среды.</p> <p><b>Цель преподавания</b> с/к "Статистическая модель турбулентности при расчете горения жидких топлив в камерах сгорания" ознакомить докторантов PhD 1 курса, численному моделированию процессов распада, дисперсии, испарения и горения капель жидкого топлива при высокой турбулентности.</p> <p><b>Задачи изучения дисциплины.</b></p> <p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знать основные уравнения, описывающие процесс горения жидких топлив при высокой турбулентности;</li> <li>- уметь применять основные уравнения и методы расчета к исследованию турбулентности при расчете горения жидких топлив в камерах сгорания.</li> <li>- приобрести практические навыки, необходимые для расчета различных течений, происходящих при физико-химических превращениях.</li> </ul> <p><b>Прекурсивиты.</b></p> <p>Для изучения курса «Статистическая модель турбулентности при расчете горения жидких топлив в камерах сгорания» докторант PhD должен знать механику идеальной жидкости, механику вязкой жидкости, методы компьютерного и численного моделирования.</p> <p><b>Пострекурсивиты.</b></p> <p>В результате изучения дисциплины докторант PhD должен знать основные уравнения, описывающие тепло-массоперенос в турбулентных неизотермических реагирующих течениях; уметь применять основные уравнения и методы расчета к исследованию турбулентных неизотермических реагирующих течений, происходящих в областях реальной геометрии; приобрести практические навыки, необходимые для расчета различных течений, происходящих при физико-химических превращениях.</p> <p>Знания и умения, полученные докторантами PhD при усвоении дисциплины «Статистическая модель турбулентности при расчете горения жидких топ-</p>						

	лив в камерах сгорания», являются базой для изучения последующих спецкурсов, для выполнения лабораторных работ спец.практикума по данной специализации, а также при работе над докторской диссертацией на соискание академической степени доктора философии (PhD) в области физики по специальности «Теплофизика и теоретическая теплотехника».
Пререквизиты и пореквизиты	Для изучения с/курса «Исследование аэродинамических и теплофизических характеристик теплопереноса в камерах сгорания» докторант PhD должен знать механику идеальной жидкости, механику вязкой жидкости, методы компьютерного и численного моделирования.
Ожидаемые результаты обучения	Применены при построении теории горения жидких топлив и будут способствовать более глубокому пониманию сложных физико-химических явлений, которые происходят в камерах сгорания. Результаты могут быть использованы при проектировании различных двигателей внутреннего сгорания, которые решали бы одновременно проблемы оптимизации процесса горения, увеличения эффективности сжигания топлива и минимизации выбросов вредных веществ.
Литература и ресурсы	<p><b>Основная:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969. - 847 с.</li> <li>2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973. - 847 с.</li> <li>3. Исатаев С.И., Акылбаев Ж.С., Турмухамбетов А.Ж. Аэродинамика и теплообмен криволинейных тел. – Алматы, Ғылым, 1996. – 437с.</li> <li>4. Аскарова А.С. Конвективный теплоперенос в капельных и нелинейновязких жидкостях. – Алматы, 2000. 123с.</li> <li>5. Аскарова А.С. Конвективный перенос вязкой жидкости. – Алматы, 2006.- 139с.</li> </ol> <p><b>Дополнительная литература</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полежаев В.И., Бунэ А.В., Везуб Н.А. и др. Математическое моделирование конвективного теплообмена на основе уравнений Навье–Стокса. – М.: Наука, 1987. – 256 с.</li> <li>2. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. – М.: Мир, 1990. – 660 с.</li> <li>3. Maas U., Warnatz J. Simulation of chemically reacting flows in two-dimensional geometries // Impact Comput. Science Eng. – 1989. – №1. – P. 394–420.</li> <li>4. Аскарова А.С. Конвективный теплоперенос в капельных и нелинейно-вязких жидкостях. – Алматы, 2000. 123с.</li> <li>5. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Кашкаров В.П., Локтионова И.В. Теплофизика реологических жидкостей. Учебное пособие для магистрантов. Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 147 с.</li> <li>6. Аскарова А.С., Кашкаров В.П., Лаврищева Е.И., Локтионова И.В. Теплофизика проводящих сред. Учебное пособие для магистрантов. Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 179 с. Аскарова А.С., Гороховский М.А., Болегенова С.А., Березовская И.Э. Численное моделирование процессов воспламенения и горения жидких топлив. Монография - Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 100 с.</li> <li>7. Аскарова А.С., Болегенова С.А. Численное исследование аэродинамических и теплофизических характеристик пылеугольного топлива. Монография. - Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 150 с.</li> <li>8. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Бемухамет А. Моделирование горения в камерах сгорания углесжигающих ТЭС. Монография - Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 177 с.</li> <li>9. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Максимов В.Ю. Исследование тепловых процессов и аэродинамических характеристик угольных теплостанций. – Алматы. Қазақ университеті, 2015. –122с.</li> </ol>

	<p>10. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Оспанова Ш.С. Статистическое моделирование распада, дисперсии и испарения жидких капель при высокой турбулентности: Монография. - Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 158 с.</p> <p>11. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Бекетаева М.Т. Трехмерное моделирование процессов сжигания низкосортных казахстанских углей в камерах сгорания ТЭС. Монография - Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 180 с.</p> <p>12. А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, Гумарова Ш.Б., Страутман Л.Е. Численное исследование аэродинамических и теплофизических характеристик пылеугольного топлива. Монография - Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 150 с.</p> <p>13. А.С. Аскарова, С.А. Болегенова Моделирование турбулентного теплопереноса в высокотемпературных и химически реагирующих потоках. Монография. Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 353 с.</p> <p>14. А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, З.Х.Габитова Моделирование процессов теплопереноса в топочных камерах ТЭЦ. Монография. - Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 166 с.</p> <p><b>электронных учебников.</b></p> <p>1. М.Ю.Белевич «Гидромеханика. Основы классической теории <a href="http://pages.rshu.ru/hydra/hydra.html">http://pages.rshu.ru/hydra/hydra.html</a></p> <p>2. Fluid Mechanics <a href="http://scienceworld.wolfram.com/physics/topics/FluidMechanics.html">http://scienceworld.wolfram.com/physics/topics/FluidMechanics.html</a></p> <p>3. Engineering Fundamentals in combustion, fluid mechanics, thermodynamics e.t.c. <a href="http://www.efunda.com/home.cfm">http://www.efunda.com/home.cfm</a></p> <p>4. Концепции развития горения и взрыва как области научно–технического прогресса. <a href="http://www.ism.ac.ru/sgv/conc.html">http://www.ism.ac.ru/sgv/conc.html</a></p> <p>5. Механика сплошных сред. Лекции. В.А.Алешкевич, Л.Г.Деденко, В.А.Караваев <a href="http://phys.web.ru/db/msg/1164708/">http://phys.web.ru/db/msg/1164708/</a></p> <p>6. Гидродинамика <a href="http://about-hydrodynamics.com/">http://about-hydrodynamics.com/</a></p> <p>7. Гидродинамика. Теория и практика <a href="http://gidrodinamika.net">http://gidrodinamika.net</a></p> <p>8. Гидродинамика <a href="http://www.nsu.ru/materials/ssl/text/encyclopedia/fluid-dynamics.html">http://www.nsu.ru/materials/ssl/text/encyclopedia/fluid-dynamics.html</a></p> <p>9. Aerodynamics for student <a href="http://www.ae.su.oz.au/aero">http://www.ae.su.oz.au/aero</a></p> <p>10. Белоцерковский Турбулентность и вихревая аэродинамика <a href="http://www.elibrary.ru/books/janus/belots.htm">http://www.elibrary.ru/books/janus/belots.htm</a></p> <p>11. Аскарова А.С. Конвективный теплоперенос в капельных и нелинейно-вязких жидкостях <a href="http://www.kazsu.kz">http://www.kazsu.kz</a></p>		
<p>Политика оценивания и аттестации</p>	<p><b>Описание самостоятельной работы</b></p> <p>Домашние задания и семинары СРД, СРДП Контрольная работа ИТОГО</p>	<p><b>Вес</b></p> <p>48% 30% 22% 100%</p>	<p><b>Результаты обучения</b></p> <p>1-11 1-5, 9-11 6-8 1-11</p>
<p>Политика дисциплины</p>	<p>Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается по следующей формуле <math>= (PK1+MT+PK2)/3*0,6+(ИЭ*0,4)</math></p> <p>Учебные достижения (знания, умения, навыки и компетенции) обучающихся оцениваются в баллах по 100-бальной шкале, соответствующих принятой в международной практике буквенной системе с цифровым эквивалентом (положительные оценки, по мере убывания, от «А» до «D») (100-50), и «неудовлетворительно» – «FX» (25-49), «F» (0-24), и оценкам по традиционной системе. Оценка «FX» 53 выставляется только за итоговый экзамен.</p> <p>Соответствующие сроки домашних заданий или проектов могут быть продлены в случае смягчающих обстоятельств (таких, как болезнь, экстренные случаи, авария, непредвиденные обстоятельства и т.д.) согласно Академической политике университета. Участие студента в дискуссиях и упражне-</p>		

	ниях на занятиях будут учтены в его общей оценке за дисциплину. Конструктивные вопросы, диалог, и обратная связь на предмет вопроса дисциплины приветствуются и поощряются во время занятий, и преподаватель при выводе итоговой оценки будет принимать во внимание участие каждого студента на занятии.
--	--

<b>График дисциплин</b>			
<b>Неделя</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>	<b>Макс. балл</b>
1.	Лекций. Методы математического моделирования для описания процессов теплопереноса с учетом горения	1	
	Семинар. Режимы горения	2	10
2.	Лекция. Методы моделирования распыла жидких капель при высокой турбулентности	1	
	Семинар. Уравнение неразрывности	2	10
	СРДП Численное исследование влияния впрыскиваемой массы жидкого топлива на процесс горения в цилиндрической камере сгорания	1	10
3.	Лекция. Физическая постановка задачи о распылении и горении жидкого топлива в камере сгорания	1	
	Семинар. Уравнение движения	2	10
4.	Лекция. Математическая модель процессов распыления и горения жидкого топлива	1	
	Семинар. Уравнение внутренней энергии	2	10
	СРДП Численное исследование влияния скорости впрыска на процесс горения жидкого топлива в цилиндрической камере сгорания	1	10
5.	Лекция. Особенности горения жидких топлив	1	
	Семинар. Описание модели камеры сгорания	2	10
6.	Лекция. Горение жидких топлив в двигателях внутреннего сгорания	1	
	Семинар. k-ε модель турбулентности	2	10
	СРДП Численное исследование влияния начальной температуры на горение впрыска жидкого топлива в камере сгорания	1	10
7.	Лекция. Основные уравнения для газовой фазы	1	
	Семинар. Начальные и граничные условия для уравнений модели распыла и горения жидкого топлива	2	10
	<b>Рубежный контроль №1. – 100 баллов.</b>		
	<b>Midterm exam – 100 баллов.</b>		
8	Лекция. Стохастическая модель распыла жидкого топлива	1	
	Семинар. Исследование влияния давления на распыление жидкого топлива при высоких числах Рейнольдса	2	6
	СРДП Численное исследование влияния начального радиуса впрыскиваемых капель на процесс горения жидкого топлива в камере сгорания	1	10
9	Лекция. Уравнения, описывающие процессы: испарения, смещения, разрыва и коалесценции капель жидкого топлива	1	
	Семинар. Определение оптимальных параметров процесса горения жидких топлив в камере сгорания	2	7

10	Лекция. Исследование распыла жидких топлив с применением стохастической модели	1	
	Семинар. Механизм горения и методы распыла жидких топлив Специальные устройства, используемые в инжекторных системах подачи топлива	2	7
	СРДП Численное исследование влияния угла распыла на процесс горения жидкого топлива	1	10
11	Лекция. Результаты численного моделирования. Исследование влияния угла распыла на воспламенение и горение двух видов топлив при высоких давлениях и высоких числах Рейнольдса	1	
	Семинар. Химическая модель горения жидких топлив	2	10
12	Лекция. Компьютерные эксперименты по дисперсии и горению жидких топлив при высокой турбулентности	1	
	Семинар. Химическая модель горения жидких топлив	2	10
	СРДП Численное моделирование процессов самовоспламенения	1	10
13	Лекция. Численное моделирование многоструйного впрыска жидкого топлива	1	
	Семинар. Прямое численное моделирование	2	10
14	Лекция. Стохастическая модель распыла жидкого топлива при высоких давлениях и высоких числах Рейнольдса	1	
	Семинар. Моделирование крупных вихрей	2	10
	СРДП Численное моделирование процессов распыла и горения жидкого топлива при высоких числах Вебера	1	10
15	<b>Рубежный контроль №2 – 100 баллов</b>		

#### Шкала оценки знаний:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент	Баллы (%-ное содержание)	Оценка по традиционной системе
A	4	95-100	"Отлично"
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	
B	3,0	80-84	"Хорошо"
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	
C	2,0	65-69	"Удовлетворительно"
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	"Неудовлетворительно"
FX	0,5	25-49	
F	0	0-49	

Декан факультета

Давлетов А.Е.

Председатель методбюро

Машеева Р.У.

Заведующий кафедрой

Болегенова С.А.

Лектор

Аскарлова А.С.