

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

**(TPPRAKKhUT 7301) «Тепловые процессы и расчет аэродинамических характеристик угольных теплостанций»**

**Осенний семестр 2021-2022 уч. год**

| Код дисциплины                  | Название дисциплины  | Тип              | Кол-во часов в неделю |       |               | Кол-во кредитов | ECTS |
|---------------------------------|--|------------------|-----------------------|-------|---------------|-----------------|------|
|                                 |  |                  | Лек                   | Практ | Лаб           |                 |      |
| <b>TPPRAKKhUT 7301</b>          | Тепловые процессы и расчет аэродинамических характеристик угольных теплостанций  | ЭК               | 2                     | 1     | 0             | 3               | 5    |
| <b>Лектор</b>                   | Аскарлова А.С.   | <b>Офис-часы</b> |                       |       | По расписанию |                 |      |
| <b>e-mail</b>                   | Aliya.Askarova@kaznu.kz  |                  |                       |       |               |                 |      |
| <b>Телефоны</b>                 | 377-33-33, 15-43   | <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: Физико-технологические процессы сжигания энергетического топлива (низкосортный казахстанский уголь) в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ и направленные на повышение эффективности сжигания энергетического топлива и минимизацию выбросов вредных пылегазовых выбросов в атмосферу Казахстана</p> <p><b>Цель преподавания</b> с/к "Тепловые процессы и расчет аэродинамических характеристик угольных теплостанций" ознакомить докторантов PhD 1 курса, теоретического исследования, математического и компьютерного моделирования процессов турбулентного теплопереноса при сжигании пылеугольного топлива в топочной камере сгорания.</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 процессы теплопереноса при сжигании твердого топлива в пылевидном состоянии в топочных камерах;</li> <li>- уметь применять основные уравнения и методы расчета к исследованию физико-технологических процессов, происходящих в камерах сгорания реального энергетического объекта (ТЭЦ РК) при сжигании в ней пылеугольного топлива.</li> <li>- приобрести практические навыки, необходимые для расчета с целью оптимизации технологических процессов на ТЭЦ и уменьшения вредных пылегазовых выбросов.</li> </ul> <p><b>Преквизиты.</b></p> <p>Для изучения курса «Тепловые процессы и расчет аэродинамических характеристик угольных теплостанций» докторант PhD должен знать механику идеальной жидкости, механику вязкой жидкости, методы компьютерного и численного моделирования.</p> <p><b>Постреквизиты.</b></p> |                  |                       |       |               |                 |      |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | <p>В результате изучения дисциплины докторант PhD должен знать основные уравнения, описывающие тепломассоперенос 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 топлив 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».</p>   |
| <p>Пререквизиты и пореквизиты</p>    | <p>Для изучения с/курса «Исследование аэродинамических и теплофизических характеристик тепломассопереноса в камерах сгорания» докторант PhD должен знать механику идеальной жидкости, механику вязкой жидкости, методы компьютерного и численного моделирования.</p>   |
| <p>Ожидаемые результаты обучения</p> | <p>Определить оптимальные технологические параметры исследуемого объекта, усовершенствовать методологию численного исследования процессов тепломассопереноса в высокотемпературных и химически реагирующих потоках при наличии турбулентности, а также выработать соответствующие технологические решения для исследования тепловых процессов и аэродинамических характеристик топочных камер котлов ТЭЦ.</p>  |
| <p>Литература и ресурсы</p>          | <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. Аскарлова А.С. Конвективный тепломассоперенос в капельных и нелинейновязких жидкостях. – Алматы, 2000. 123с.</li> <li>5. Аскарлова 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., Вerezуб Н.А. и др. Математическое моделирование конвективного тепломассообмена 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 Аскарлова А.С., Болегенова С.А., Лаврищева Е.И., Локтионова И.В. Численное моделирование топочных процессов при горении высокочольного экибастузского угля // Теплофизика и Аэромеханика. – 2002. – Т.9, №4. – С.585-596.</li> <li>5 Устименко Б.П., Джакупов К.Б., Кроль В.О. Численное моделирование аэродинамики и горения в топочных и технологических устройствах. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 224 с.</li> <li>6 Современные алгоритмы при исследовании многомерных задач математической физики. Сб. научных трудов. – М.: Наука, 2003. – 245 с.</li> <li>7 Пашков Л.Т. Математические модели процессов в паровых котлах. – РХД, 2002. – 208 с.</li> </ol> |

8 Мьller Н. Numerische Berechnung dreidimensionaler turbulenter Strömungen in Dampferzeugern mit Wdrmeübergang und chemischen Reactionen am Beispiel des SNCR-Verfahrens und der Kohleverbrennung: Fortschritt-Berichte VDI-Verlag. – 1992. – Reihe 6, №268. – 158 s.

9 Roache P.J. Computational fluid dynamics. – Albuquerque: Hermosa Press, 1985. – 283 p.

10 Аскарлова А.С., Болегенова С.А., Лаврищева Е.И., Локтионова И.В. Численное моделирование перераспределения воздушно-топливных потоков в камерах сгорания // Доклады Национальной Академии Наук РК. Сер. физико – математическая - 2003. - №3. – С.13-18.

11 Askarova A.S., Bolegenova S.A., Lavrichsheva E.I., Loktionova I.V. The modeling of chemical technological process in the fire chambers // Eurasian Chemical Technological Journal. – 2002. – №4. – С.131-139

12 Аскарлова А.С., Болегенова С.А., Лаврищева Е.И., Локтионова И.В. Моделирование топочных процессов с целью их оптимизации и уменьшения пылегазовых выбросов // Новости науки Казахстана. – 2004. - №2 (81). – С.34–39.

13 Левицкий А.А. Математическое моделирование плазмохимических процессов. – М.: Плазмохимия, 1990. – С.180–226.

14 Askarova A.S., Lavrishcheva Y., Ryspaeva M. Numerical modeling of nitric oxides formation at various excess air coefficients in the furnace chamber // Works of the 17<sup>th</sup> International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA. – Praha, 2006. – 0001. – F5.5.

**электронных учебников.**

1. М.Ю.Белевич «Гидромеханика. Основы классической теории <http://pages.rshu.ru/hydra/hydra.html>
2. Fluid Mechanics <http://scienceworld.wolfram.com/physics/topics/FluidMechanics.html>
3. Engineering Fundamentals in combustion, fluid mechanics, thermodynamics e.t.c. <http://www.efunda.com/home.cfm>
4. Концепции развития горения и взрыва как области научно–технического прогресса. <http://www.ism.ac.ru/sgv/conc.html>
5. Механика сплошных сред. Лекции. В.А.Алешкевич, Л.Г.Деденко, В.А.Караваяев <http://phys.web.ru/db/msg/1164708/>
6. Гидродинамика <http://about-hydrodynamics.com/>
7. Гидродинамика. Теория и практика <http://gidrodinamika.net>
8. Гидродинамика <http://www.nsu.ru/materials/ssl/text/encyclopedia/fluid-dynamics.html>
9. Aerodynamics for student <http://www.ae.su.oz.au/aero>
10. Белоцерковский Турбулентность и вихревая аэродинамика <http://www.elibrary.ru/books/janus/belots.htm>
11. Аскарлова А.С. Конвективный теплоперенос в капельных и нелинейно-вязких жидкостях <http://www.kazsu.kz>

|   |  |             |                            |
|---|--|-------------|----------------------------|
| Политика оценивания и аттестации  | <b>Описание самостоятельной работы</b> | <b>Вес</b>  | <b>Результаты обучения</b> |
|   | Домашние задания и семинары            | 48%         | 1-11                       |
|   | СРМ, СРМП                              | 30%         | 1-5, 9-11                  |
|   | Контрольная работа                     | 22%         | 6-8                        |
|   | <b>ИТОГО</b>                           | <b>100%</b> | <b>1-11</b>                |
| Ваша итоговая оценка будет рассчитываться по формуле<br>Ниже приведены минимальные оценки в процентах:<br>Итоговая оценка по дисциплине = (РК1+МТ+РК2)*0,6+(ИК+0,4) |  |             |                            |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | 95% - 100%: A 90% - 94%: A- 85% - 89%: B+ 80% - 84%: B 75% - 79%: B-70% - 74%: C+ 65% - 69%: C 60% - 64%: C-55% - 59%: D+ 50% - 54%: D- % -49%: F   |
| Политика дисциплины | 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 упражнениях 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. Использование современных технологий для анализа процессов теплопереноса в топочных камерах, с целью эффективного использования твердого топлива на промышленных объектах РК | 1                       |                   |
|   | Семинар. Состав топлива  | 2                       | 8                 |
| 2.  | Лекция. Целесообразность использования твердого топлива в качестве основного энергоносителя  | 1                       |                   |
|   | Семинар. Теплота сгорания топлива  | 2                       | 8                 |
| 3.  | Лекция. Обзор основных методов, применяемых к исследованию процессов сжигания энергетического топлива в камерах сгорания   | 1                       |                   |
|   | Семинар. Влажность топлива   | 2                       | 8                 |
| 4.  | Лекция. Физико-химические процессы, происходящие при сжигании энергетического топлива в топочных камерах угольных теплостанций   | 1                       |                   |
|   | Семинар. Минеральные примеси   | 2                       | 8                 |
| <b>Контрольная работа</b>   |  |                         |                   |
| 5.  | Лекция. Зольность пылеугольного топлива  | 1                       |                   |
|   | Семинар. Выход летучих веществ   | 2                       | 8                 |
| 6.  | Лекция. Теплофизические характеристики пылеугольного топлива   | 1                       |                   |
|   | Семинар. Объемы необходимого воздуха и продуктов горения   | 2                       | 8                 |
| 7.  | Лекция. Физическая и геометрическая модели топочной камеры котла БК375-39 ФБ Шахтинской ТЭЦ  | 1                       |                   |
|   | Семинар. Паровой котел. Общее устройство и определения   | 2                       | 8                 |
| 8   | Лекция. Основные уравнения и описание метода решения задач трехмерного моделирования процессов конвективного теплопереноса в реагирующих средах в областях реальной геометрии        | 1                       |                   |
|   | Семинар. Расчет давления. Начальные и граничные условия  | 2                       | 8                 |
| <b>Контрольная работа -11 баллов. Рубежный контроль №1. – 100 баллов.</b> |  |                         |                   |
| <b>Midterm exam – 100 баллов.</b>   |  |                         |                   |
| 9   | Лекция. Паровой котел БКЗ 75-39ФБ и его физико-технические характеристики  | 1                       |                   |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    | Семинар. Расчет коэффициентов избытка воздуха и объема продуктов горения при принятой технологической схеме сжигания угля марки КР-200 в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ | 2 | 8 |
| 10 | Лекция. Аналитический расчет тепловых характеристик процесса сжигания карагандинского угля марки кр-200 в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ   | 1 |   |
|    | Семинар. Расчёт энтальпии воздуха и продуктов сгорания в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ   | 2 | 8 |
| 11 | Лекция. Тепловой баланс топочной камеры парового котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ   | 1 |   |
|    | Семинар. Исследование влияния силы тяжести на процессы теплопереноса при горении пылеугольного топлива в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ                                 | 2 | 8 |
| 12 | Лекция. Результаты вычислительных экспериментов по исследованию процессов теплопереноса при сжигании высокозольного карагандинского угля марки КР-200 в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ | 1 |   |
|    | Семинар. Исследование теплообмена и получение температурных полей в объеме топочной камеры котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ   | 2 | 8 |
| 13 | Лекция. Основные уравнения, описывающие процессы теплопереноса при сжигании твердого топлива в пылевидном состоянии в топочных камерах  | 1 |   |
|    | Семинар. Исследование аэродинамических характеристик топочной камеры котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ   | 2 | 8 |
| 14 | Лекция. Определение температуры газов на выходе из топочной камеры парового котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ  | 1 |   |
|    | Семинар. Исследование характеристик теплообмена и концентрационных полей продуктов горения пылеугольного факела в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ                        | 2 | 8 |
| 15 | <b>Контрольная работа – 11 баллов. Рубежный контроль №2 – 100 баллов</b>  |   |   |

#### Шкала оценки знаний:

| Буквенный эквивалент оценки | Цифровой эквивалент оценки (GPA) | Баллы в % | Оценка по традиционной системе |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|
| A                           | 4                                | 95-100    | "Отлично"                      |
| A-                          | 3,67                             | 90-94     |                                |
| B+                          | 3,33                             | 85-89     | "Хорошо"                       |
| B                           | 3                                | 80-84     |                                |
| B-                          | 2,67                             | 75-79     |                                |
| C+                          | 2,33                             | 70-74     |                                |
| C                           | 2                                | 65-69     | "Удовлетворительно"            |
| C-                          | 1,67                             | 60-64     |                                |
| D+                          | 1,33                             | 55-59     |                                |
| D                           | 1                                | 50-54     |                                |

|                       |   |             |   |
|-----------------------|---|-------------|---|
| F                     | - | 0-49        | "Неудовлетворительно"<br>(непроходная оценка) |
| I                     | - | -           | "Дисциплина не завершена"                     |
| W                     | - | -           | "Отказ от дисциплины"                         |
| AW                    | - | -           | "Отчислен с дисциплины"                       |
| AU                    | - | -           | "Дисциплина прослушана"                       |
| P/NP (Pass / No Pass) | - | 65-100/0-64 | "Зачтено/ не зачтено"                         |

Декан факультета

Давлетов А.Е.

Председатель методбюро

Машеева Р.У.

Заведующий кафедрой

Болегенова С.А.

Лектор

Аскарлова А.С.