

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Механика- математика факультеті

Механика кафедрасы

Механика- математика факультеті

Ғылыми кеңесінің мәжілісінде бекітілді

№ 12 хаттама «27» маусым 2014 ж.

Факультет деканы

\_\_\_\_\_ проф. А.Б.Қыдырбекұлы

Мамандық 5В060300 - Механика

### СИЛЛАБУС

**КЭМ № 10 "Сұйық және газ механикасының қолданбалы есептері"**

**TAN 4310 «Турбуленттік ағындар негізі»**

4 курс, к/б, 8 - семестрі (көктемгі), кредит саны 3, пәннің түрі (таңдаулы)

#### **Дәріскер және семинар (зертхана) сабақтарын оқытушысы:**

Беляев Ержан Келесович, механика кафедрасының оқытушысы. Сұйықтар мен газдар механикасы саласының маманы, 8 (727) 377-31-93, 8 (777) 138-09-67, [Yerzhan.Belyaev@kaznu.kz](mailto:Yerzhan.Belyaev@kaznu.kz) каб. 102.

#### **Пәннің мақсаттары мен міндеттері:**

**Мақсаты:** студенттерге турбулентті ағындардың басты ұғымдарын үйрету. Турбулентті ағындарды моделдеу үшін осы пәннің басты ұғымдарын, басты теңдеулер жүйесін, фундаменталды аксиомалары мен гипотезаларын, моделдеу қағидаларын түсіндіру мен үйрету. Осы сабақтың басты мақсаты студенттерді турбулентті ағындардың басты мәселелерімен қолданбалы мысалдар арқылы таныстыру. Осы курстың құрылымы «Turbulence Modeling for CFD» атты кітабы негізінде жасалынған, авторы Дэйвид С. Вилкокс (David C. Wilcox). Осы курсты бітіргенде студенттер турбулентті ағындардың басты заңдылықтары мен характеристикаларын біліп шығуы тиіс. Турбулентті ағындар мәселелерін танып, математикалық түрде пішіндей білу керек.

**Міндеттері:** осы пәнді берудегі ең басты міндет - ол студенттердің математикалық моделді құрай білуге, турбуленттіліктің негіздерін түсінуге, оның ішінде RANS, LES, DNS, PDF жуықтауларын ажырата білуге, турбулентті шекаралық қабатты, араласу қабатын және турбуленттіліктің гипотезалары мен моделдерін білуге тиіс.

#### **Құзыреттері (оқытудың нәтижелері):**

- **білу керек:** турбулентті ағындардың негіздерін түсінуге, оның ішінде RANS, LES, DNS, PDF жуықтауларын ажырата білуге, турбулентті шекаралық қабатты, араласу қабатын және турбуленттіліктің гипотезалары мен моделдерін білуге тиіс; турбулентті ағындарға берілген физикалық (механикалық) процесті сипаттайтын дифференциалдық теңдеулерді тани білу; дифференциалдық теңдеулердің бөлінетін классификациясына байланысты олардың сандық түрде шешу әдістерін меңгеру және компьютерлік бағдарламаларға бейімдеп, қолдана **білу керек.**

**Пререквизиттері:** математикалық анализ, дифференциалдық теңдеулер, математикалық физика теңдеулері, тұтас орта механикасы, шекаралық қабат теориясы, ағыншалар теориясы, ықтималдық теориясы, статистикалық физика, сызықты тұрақтылық теориясы, сандық әдістер, компьютерлік бағдарлама (OpenFOAM, Fortran, C++).

**Постреквизиттері:** Турбулентті ағындарды моделдеу, Шекаралық қабат теориясы, Ағыншалар теориясы, Есептеу гидродинамикасы, Химиялық реакцияланатын ағындар.

### ПӘННІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН МАЗМҰНЫ

Апта	Тақырыптың аталуы	Сағат саны	Бағасы
<b>1 апта</b>		<b>6 с.</b>	
№1 лекциялық сабақ	Кіріспе. Турбуленттіліктің физикалық негіздері.	4 с.	25
№1 лабораториялық сабақ	Турбулентті шекаралық қабат заңы.	2 с.	
СӨЖ	Турбуленттіліктің басты қасиеттері.		
<b>2 апта</b>		<b>6 с.</b>	
№ 2 лекциялық сабақ	Теңдеулерді тұйықтау мәселесі. Рейнольдстік кернеу.	4 с.	25
№2 лабораториялық сабақ	Турбуленттіліктің масштабтары.	2 с.	
СӨЖ	Рейнольдс бойынша орташаланған теңдеулер жүйесі.		
<b>3 апта</b>		<b>6 с.</b>	
№ 3 лекциялық сабақ	Алгебралық моделдер. Араласу ұзындығы гипотезасы.	4 с.	25
№3 лабораториялық сабақ	Еркін жылжымалы қабатқа арналған қолданбалы есеп.	2 с.	
СӨЖ	Алыстағы із, араласу қабаты және ағыншалар.		
<b>4 апта</b>		<b>6 с.</b>	
№ 4 лекциялық сабақ	Бір және екі теңдеулі моделдер.	4 с.	25
№4 лабораториялық сабақ	k-ε және k-ω моделдері.	2 с.	
СӨЖ	Рейнольдс саны кіші болғандағы эффекттер.		
	<b>1 аралық бақылау</b>	<b>1 с.</b>	<b>100</b>
	<b>Midterm exam</b>	<b>1 с.</b>	<b>100</b>
<b>5 апта</b>		<b>6 с.</b>	
№ 5 лекциялық сабақ	Сығылғыштық эффекттер.	4 с.	25
№5 лабораториялық сабақ	Сығылғыш шекаралық қабат.	2 с.	
СӨЖ	Дилатациялық диссипация.		
<b>6 апта</b>		<b>6 с.</b>	
№ 6 лекциялық сабақ	Буссинеск гипотезасынан тыс түсініктер.	4 с.	25
№6 лабораториялық сабақ	Қабырғасы бар, яғни шекаралық қабат пайда болатын қолданбалы есеп.	2 с.	
СӨЖ	Буссинеск гипотезасының кемшіліктері.		

<b>7 анна</b>		<b>6 с.</b>	
№ 7 лекциялық сабақ	Турбуленттілік есептерін шешуге арналған сандық алгоритмдер мен әдістер.	4 с.	25
№7 лабораториялық сабақ	Қабырға маңындағы сандық дәлдікті қажет ететін мәселелер.	2 с.	
СӨЖ	Уақыттың әр түрлі масштабта болуы, теңдеулердің «қаттылығы».		
<b>8 анна</b>		<b>6 с.</b>	
№ 8 лекциялық сабақ	Турбуленттілікті сипаттайтын заманауи көзқарастар мен әдістер.	4 с.	25
№8 лабораториялық сабақ	LES және DNS моделдері.	2 с.	
СӨЖ	LES-те қолданылатын SGS моделі.		
<b>2 аралық бақылау</b>		<b>1 с.</b>	<b>100</b>
<b>Экзамен</b>			<b>100</b>
<b>Семестр бойынша қорытынды</b>			$\frac{AB1 + AB2}{2} \cdot 0,6 + 0,1MT + 0,3ЭК$

$$\text{Пән бойынша қорытынды баға} = \frac{AB1 + AB2}{2} \cdot 0,6 + 0,1MT + 0,3$$

Мұндағы 1АБ, 2АБ – аралық бақылау бағалары (ағымдағы бақылау бағаларының қосындысы), ME - Midterm Exam бағасы, EB – емтихан бағасы (сессия кезіндегі емтихан). Мамандық бойынша қорытынды баға «Универ» жүйесінде автоматты түрде есептеледі.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

#### Негізгі:

1. David C. Wilcox Turbulence Modeling for CFD // 2<sup>nd</sup> Edition, ISBN 0-9636051-5-1, 2000, P. 540.
2. У. Фрост, Т. Моулден Турбулентность: принципы и применения // Москва «МИР» 1980, С. 535.
3. Хинце И.О. Турбулентность. Ее механизм и теория. М.: Физматгиз, 1963. 680с.
4. Stephen B. Pope Turbulent Flows // Cambridge University Press, P. 749.

#### Қосымша:

1. Методы расчета турбулентных течений /Под ред. В.Колльмана. М.: Мир., 1984. 464с.
2. Брэдшоу П. Введение в турбулентность и ее измерение. М.: Мир, 1974. 278с.
3. Гарбарук А.В., Лапин Ю.В., Стрелец М.Х. Простая алгебраическая модель турбулентности для расчета турбулентного пограничного слоя с положительным перепадом давления // ТВТ. 1999. №1. С.82-86.
4. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях. М.:Энергия. 1979. 408с.
5. Белов И.А., Исаев С.А., Моделирование турбулентных течений. Учебное пособие Санкт-Петербург 2001, 106с.
6. П. Либби, Ф. Вильямс Турбулентные течения реагирующих газов // Москва «Мир» 1983, С. 325.

### ПӘННІҢ АКАДЕМИЯЛЫҚ САЯСАТЫ

Жұмыстардың барлық түрін көрсетілген мерзімде жасап тапсыру керек. Кезекті тапсырманы орындамаған, немесе 50% - дан кем балл алған студенттер бұл тапсырманы қосымша кесте бойынша қайта жасап, тапсыруына болады.

Орынды себептермен зертханалық сабақтарға қатыспаған студенттер оқытушының рұқсатынан кейін лаборанттың қатысуымен қосымша уақытта зертханалық жұмыстарды орындауға болады. Тапсырмалардың барлық түрін өткізбеген студенттер емтиханға жіберілмейді

Бағалау кезінде студенттердің сабақтағы белсенділігі мен сабаққа қатысуы ескеріледі.

Толерантты болыңыз, яғни өзгенің пікірін сыйлаңыз. Қарсылығыңызды әдепті күйде білдіріңіз. Плагиат және басқа да әділсіздіктерге тыйым салынады. СӨЖ, аралық бақылау және қорытынды емтихан тапсыру кезінде көшіру мен сыбырлауға, өзге біреу шығарған есептерді көшіруге, басқа студент үшін емтихан тапсыруға тыйым салынады. Курстың кез келген мәліметін бұрмалау, Интранетке рұқсатсыз кіру және шпаргалка қолдану үшін студент «F» қорытынды бағасын алады.

Өзіндік жұмысын (СӨЖ) орындау барысында, оның тапсыруы мен қорғауына қатысты, сонымен өткен тақырыптар бойынша қосымша мәлімет алу үшін және курс бойынша басқа да мәселелерді шешу үшін оқытушыны оның келесі офис-сағаттарында таба аласыз:

Әріптік жүйе бойынша бағалау	Балдардың сандық эквиваленті	% мәні	Дәстүрлі жүйе бойынша бағалау
A	4,0	95-100	Өте жақсы
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Жақсы
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Қанағаттанарлық
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Қанақаттанарлықсыз
I (Incomplete)	-	-	Пән аяқталмаған (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
P (Pass)	-	-	«Есептелінді» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
NP (No Pass)	-	-	«Есептелінбейді» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
W (Withdrawal)	-	-	«Пәннен бас тарту» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
AW (Academic Withdrawal)			Пәннен академиялық себеп бойынша алып тастау (GPA есептеу кезінде

			<i>есептелінбейді)</i>
AU (Audit)	-	-	« Пән тыңдалды» <i>(GPA есептеу кезінде есептелінбейді)</i>
Атт-ған		30-60 50-100	Аттестатталған
Атт-маған		0-29 0-49	Аттестатталмаған
R (Retake)	-	-	Пәнді қайта оқу

Кафедра мәжілісінде қарастырылды  
№ 42 хаттама «24» маусым 2014 ж.

**Кафедра меңгерушісі**

Қалтаев А.

**Дәріс оқушы**

Беляев Е. К.