

**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ФАКУЛЬТЕТІ
ЖЫЛУФИЗИКА ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ФИЗИКА КАФЕДРАСЫ**

Келісілген:
Факультет деканы
_____ Давлетов А. Е.
«_____» _____ 2016 ж.

**Университеттің ғылыми-әдістемелік
кеңісінде бекітілді**
Хаттама № _____, «_____» _____, 2016 ж.
Оқу жұмысы жөніндегі проектор
_____ Ахмет- Заки Д.Ж
«_____» _____ 2016 ж.

**ПӘННІҢ ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІ
«ТУРБУЛЕНТТІК АҒЫСТАР ФИЗИКАСЫ»**

Мамандықтар «5В071700-жылуэнергетика»
(шифры, аты)

Оқу түрі _____ күндізгі _____
(күндізгі, сырттай)

Алматы, 2016

ҚР МЖМБС квалификациялық сипаттамасының және «5В071700-жылуэнергетика» мамандығының оқу жоспары негізінде ПОӘК жасаған физ.-мат. ғылымдарының кандидаты, жылуфизика және техникалық физика кафедрасының доценті Ғ. Төлеуов

Кафедра отырысында қаралып ұсынылды.

Хаттама № , « » 2016 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ Бөлегенова С.Ә.
(қолы)

Факультеттің әдістемелік бюросында ұсынылды

Хаттама № , « » 2016 ж.

Төрайымы _____ Габдуллина А. Т.
(қолы)

«Турбуленттік ағыстар физикасы» пәні бойынша

Аннотация

Аталған пән «5В071700-жылуэнергетика» мамандығы бойынша 3 курстың 6 семестрінде жүргізіледі. Кредит саны -3

«Турбуленттік ағыстар физикасы» пәнін оқытудың **мақсаты мен міндеттері** студенттерді турбуленттік қозғалыстардың негізгі проблемаларымен және оны теориялық зерттеу мен эксперименттік бақылау әдістерімен таныстыру, сонымен қатар, оларға турбуленттік теорияның маңызды тарихи кезеңдері мен оның философиялық және әдістемелік мәселелерін түсіндіру болып табылады.

Оқу әдістемелік комплексіне аннотация, титульдік бет, алғы сөз, силлабус және «5В071700-жылуэнергетика» мамандығы үшін жасалған «Турбуленттік ағыстар физикасы» пәні бойынша оқу бағдарламасы кіреді.

Әл-фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Физика-техникалық факультеті
Жылуфизика және техникалық физика кафедрасы

Физика – техникалық факультетінің
 Ғылыми кеңесі мәжілісінде бекітілген
 Хаттама №_____, _____ 2016 ж.
 Факультет деканы

_____ Давлетов А.Е.

«_____» _____ 2016 ж

СИЛЛАБУС

Пән

« FTT3507 » - «ТУРБУЛЕНТТІК АҒЫСТАР ФИЗИКАСЫ»

3 курс, к/б, 2 көктемгі семестр 2016-2017 оқу жылы

Пәннің коды	Пәннің аты	Тип	Аптадағы сағаттар саны			Кредиттер саны	ECTS
			Лекция	Семинар	Лаб		
FTT3507	ТУРБУЛЕНТТІК АҒЫСТАР ФИЗИКАСЫ	ЭК	1	1	1	3	5

Пререквизиттер	Бұл пәнді оқып-үйрену үшін алдын- ала керекті пәндердің тізімі: математикалық анализ, дифференциалдық теңдеу, механика курсы, идеал және тұтқыр сұйықтар механикасы, термодинамика, ламинарлық шекаралық қабат теориясы, тензорлық анализ		
Постреквизиттер	Жапсарлас пәндердің тізімі: тұтқыр сұйықтық гидродинамикасы, конвективтік жылу алмасу, жану теориясы т.с.с. Берілген пәннің жапсарлас пәндермен ара байланысы «Тұтқыр сұйықтың гидродинамикасы» курсы зерттеудің негізгі тұпқазығы Навье-Стокс теңдеуін турбуленттік ағыстар қозғалысының дифференциялық теңдеуін шешу үшін қолдану болып табылады, ал сонымен қатар «Тұтқыр сұйықтың гидродинамикасы» және «Турбуленттік ағыстар физикасы» курстарының жалпы мәселелеріне «Конвективтік жылу алмасу» мен «Жану теориялары» пәндері негізделеді.		
Лектор	Төлеуов Ғазиз, физ. – мат. ғыл. канд., доцент. Зерттейтін ғылым саласы – турбуленттік еркін ағыншалар, оның құйындық құрылымдары.	Офис сағаттар	Кесте бойынша
e-mail	gaziz.toleuov@kaznu.kz		

телефон	+7 (701) 318-98-56	Аудитория	527 233
Курстың суреттемесі	<p>Пәннің бағыт-бағдары – студенттерге табиғаттағы турбуленттік қозғалыс заңдылықтарының пайда болуын және олардың жүру барысын түсіндіру.</p> <p>«Турбуленттік ағыстар физикасы» курсы, «Тұтқыр сұйықтар механикасы» курсімен бірге физиктерді және инженер-физиктерді дайындаудың жалпылама теориялық негізін қалайды және кез-келген профильді жоғары оқу орнын бітіруші мамандардың мамандық бойынша қызметінің негізгі базалық міндетін атқарады.</p>		
Курстың мақсаты	<p>«Турбуленттік ағыстар физикасы» пәнін оқытудың мақсаты мен міндеттері студенттерді турбуленттік қозғалыстардың негізгі проблеммаларымен және оны теориялық зерттеу мен эксперименттік бақылаудың әдістерімен таныстыру , сонымен қатар оларға турбуленттік теорияның маңызды тарихи кезеңдері мен оның философиялық және әдістемелік мәселелерін түсіндіру болып табылады.</p> <p>Сұйық пен газдың турбуленттік ағыстары табиғатта және энергетикалық қондырғыларда , химиялық технология мен двигательдерде өте кеңінен орын алған. Олардың эффективтілігін көтеру турбуленттік ағыстар физикасы туралы білімнің белгілі бір деңгейде болуына байланысты. Олардың ағу заңдылықтары мен оларды есептеу әдістері осы курстың түпқазығы болып табылады. Әртүрлі іштен жану двигателдерін, жылу энергетикалық қондырғыларды және т.с.с. проектилеу мәселелері турбуленттік ағыстарды есептеу әдістемелерінің дәлдігінен көп байланысты.</p>		
Оқыту нәтижелері	<p>Білуі керек:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Негізгі физикалық құбылыстарды, олардың ерекшеліктерін, бақылау және эксперименттік зерттеулер әдістерін; - Турбуленттік қозғалыс мәселелерін шешудің әртүрлі әдістерін, негізгі заңдылықтарын және олардың математикалық жазылуын; - Турбуленттік теорияны зерттеу нәтижелерінің ғылыми-техникалық қолданылуын; <p>Істей алу керек:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Пәннің негізгі мәселелерін дұрыс, сапалы және санды тұжырымдау; - Осы мәселелерді шешу жолында керекті математикалық аппаратты пайдалану; - Гидроаэродинамиканың және жылу физикасының нақты мәселелерін шешу үшін турбуленттік теорияның негізгі заңдарын қолдану. 		

Әдебиеттер тізімі	<p>Негізгі әдебиеттер:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. Перевод на русский язык.-М.: 1974.-711с. 2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа.-М.:1987.-840с. 3. Вулис Л.А., Кашкаров В.П. Теория струй вязкой жидкости.-М.:1965.-432с. 4. Монин А.С, Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Механика турбулентности .-М.:Ч. 1,1965.-639с; Ч.2,1967.-720с. 5. Бай-Ши-И. Турбулентное течение жидкостей и газов.-М.:1962. 6. Хинце И.О. Турбулентность.-М.:1963.-680с. 7. Абрамович Г.Н., Гиршович Г.А., Крашенинников С.Ю. и другие. Теория турбулентных струй. Изд. 2-ое перераб. и доп. Под. ред. Г.Н. Абрамовича. –М.:1984.-720с. 8. Акылбаев Ж.С., Гладков В.Е., Ильина Л.Ф., Турмухамбетов А.Ж. Механика: Оқулық. -Астана: Фолиант баспасы, 2005. -464 бет. 9. Ершин Ш.А., Ершина А.Қ., Шеръязданов Г.Б. Тұтас орта механикасы. Кіріспе. Алматы, 2005. <p>Қосымша әдебиет:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрост У., Моулден Т. Турбулентность, принципы и применения.-М: 1980. 2. Кутателадзе С.С. Пристенная турбулентность .-Новосибирск: 1973. 3. Кольман В. Методы расчета турбулентных течений. М.: 1984. 4. Конт-Белло Ж. Турбулентное течение в канале с параллельными стенками. –М.: 1968.-176с.
Курсты ұйымдастыру	<p>Курста үлкен көлемде теориялық материал айтылады (лекция), сондықтан бұл жерде әдебиеттің рөлі ерекше. Лекциялық материал семинар сабағымен кеңінен ұштасады. Студенттердің өз бетімен жұмыс жасауларына (СӨЗ) көп көңіл бөлінген.</p>
Курстың талаптары.	<ol style="list-style-type: none"> 1.Әр аудиториялық сабаққа студент алдын ала дайындалуы керек (берілген график бойынша). 2.Пәннің графигі бойынша үй тапсырмалары семестр бойына үлестіріледі. 3. Көптеген үй тапсырмаларына берілгендердің базасына кіре отырып жауап беру керек. 4. Семестр бойында, студент зерттелетін материалды қолдана отырып берілгендердің базасы жобасын жасайды. Осы жобаның барлық бөліктері курстың қорытынды бағасының 10% құрайды. 5. Студент бағдарламау бойынша негізгі жобаны бітіреді. Бұл жоба қорытынды бағаның 15% құрайды. 6.Үй тапсырмаларын орындау кезінде келесі ережелерді сақтау керек: <ul style="list-style-type: none"> • Үй тапсырмалары көрсетілген мерзімде орындалуы керек. • Үй тапсырмасы А4 қағазының бір жағында жазылуы керек. Сұрақтар (есептер) нөмірленген болуы керек, соңғы жауап шығарылған болуы керек.
СӨЖ / СОӨЖ бойынша	<p>Білім мен құзыретті бақылау формалары: Бақылау жұмыстары: семестрде <u>2</u> жұмыс (<i>кредиттердің саны</i>)</p>

<p>тапсырмалар және әдістемелік ұсыныстар.</p>	<p>бойынша – 1 кредитке І жұмыс есебінен). СӨЖ: жеке және топтық тапсырмалар СӨЖ ұйымдастыру технологиясына байланысты (реферат, презентация, эссе, жобаны қорғау, аналитикалық шолу және т.б. тапсырмалар жобалық-зерттеу сипатында) теориялық сұрақтар бойынша өздік жұмыстар алынған тақырыптар маңайында конспекті және ауызша баяндамалар түрінде әр жұмыс сайын үйге тапсырмалар ретінде беріледі. Семестрде 15 тапсырма. Аралық бақылау (тест және ауызша): 1 аралық бақылау 7 аптада 2 аралық бақылау 14 аптада. Аралық бақылау пәннің мазмұнына кіретін теориялық және практикалық сұрақтар бойынша жүргізіледі (7, 8 апта). Модульдің пәндері бойынша кеңесті оқытушының кеңсе-сағаты (СОӨЖ) уақытында алуға болады.</p>												
<p>Бағалау саясаты</p>	<p>Өздік жұмыс</p> <table border="1" data-bbox="456 813 1062 999"> <tr> <td>Үй тапсырмасы</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>Берілгендердің базасы жобасын жасау</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Бағдарламалау бойынша жоба</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Емтихан</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>БАРЛЫҒЫ</td> <td>100%</td> </tr> </table> <p>Қорытынды баға келесі формула бойынша есептеледі: Итоговая оценка по дисциплине = $\frac{PK1 + PK2}{2} \cdot 0,6 + 0,1MT + 0,3ИК$ Төменде процентпен минималды бағалар көрсетілген: 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- 0% -49%: F</p>	Үй тапсырмасы	35%	Берілгендердің базасы жобасын жасау	10%	Бағдарламалау бойынша жоба	15%	Емтихан	40%	БАРЛЫҒЫ	100%	<p>Үлес</p>	<p>Оқыту нәтижесі</p>
Үй тапсырмасы	35%												
Берілгендердің базасы жобасын жасау	10%												
Бағдарламалау бойынша жоба	15%												
Емтихан	40%												
БАРЛЫҒЫ	100%												

Білімді бағалау шкаласы:

<p>Әріптік жүйе бойынша баға</p>	<p>Балдардың сандық эквиваленті</p>	<p>%-дық құрамы</p>	<p>Дәстүрлі жүйе бойынша баға</p>
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	«Қанағаттанарлықсыз»
I (Incomplete)	-	-	«Пән аяқталмаған» (GPA санағанда есептелмейді)

P (Pass)	-	0-60 65-100	«Сынақ» (GPA санағанда есептелмейді PA)
NP (No Pass)	-	0-29 0-64	«Сынақтан өтпеді» (GPA санағанда есептелмейді)
W (Withdrawal)	-	-	«Пәннен бас тарту» (GPA санағанда есептелмейді GPA)
AW (Academic Withdrawal)			«Академиялық себептермен пәннен шығарылуы (GPA санағанда есептелмейді)
AU (Audit)	-	-	«Пән тыңдалды» (GPA санағанда есептелмейді)
Пәннің саясаты	Толерантты болыңыз, басқалардың пікірлерін құрметтеңіз. Қарсылықтарды нақты формада тұжырымдалсын. Плагиат және басқа әділетсіз жұмыстарға жол жоқ. СӨЖ, аралық бақылау және емтихан тапсыру барысында көшіруге және басқадан көмек сұрауға, басқа адамдардың шығарған есептерінің көшірмесін алуға, басқа студенттің орнына емтихан тапсыруға жол берілмейді. Курстың кез келген мәліметін бұрмалаған студенттің қорытынды бағасы «F» болады.		

Пәннің құрылымы, көлемі және мазмұны.

Апталар	Тақырыптың атауы	Сағаттар	Максимал ьды балл
1 Модуль. Турбуленттік қозғалыс туралы негізгі мағлұматтар. Жартылай эмпирикалық турбуленттік қозғалыс теориялары.			
1	Ламинарлық қозғалыстың турбуленттік қозғалысқа өтуі. Оны дәлелдейтін тәжірибелер. Турбуленттік ағыстың негізгі сипаттамалары. Орташа және лүпілдеме (пульсациялық) қозғалыс.	1	
	№1 лабораториялық жұмыс: Кіріспе сабақ	1	5
	№1 семинар сабағы: Орташа және лүпілдеме (пульсациялық) қозғалыс. Шамаларды орташалау операциялары.	1	5
	СӨЖ 1. Турбуленттік қозғалыстың табиғатта және практикада байқалуы.		
2	«Импульстер теориясы». Турбуленттік ағыстың жорамал кернеулері. Турбуленттік үйкеліс кернеуі тензоры.	1	5
	№2 лабораториялық жұмыс: Тұрақты температура термоанемометрінің жұмысын зерттеу. Турбуленттіліктің пульсациясын өлшеу.	1	5
	№2 семинар сабағы: «Импульстер теориясын» пысықтау.	1	5

	СӨЖ 2.Екінші рангты симметриялық тензор, оның компоненттері.		
3	Турбуленттік қозғалыстар үшін Рейнольдс теңдеуі. Шекаралық шарттар	1	5
	№3 лабораториялық жұмыс: №2 лабораториялық жұмыстың жалғасы.	1	5
	№3 семинар сабағы: Шамаларды орташалау операцияларын Рейнольдс теңдеуін қорытып шығаруға қолдану.	1	5
	СӨЖ3. Турбуленттіліктің теңдеуіндегі шекаралық шарттардың рөлі.		
4	Жылдамдықтың турбуленттік пульсацияларын өлшеу нәтижелері. Жылдамдықтың орташа квадраттық пульсациясы. Турбуленттіліктің дәрежесі. Аэродинамикалық құбырдағы турбуленттілік. Корреляция коэффициенті. Алмасып отыру коэффициенті. Корреляциялық функция. Пульсацияның автокорреляциясы.	1	5
	№4 лабораториялық жұмыс: Аэродинамикалық құбырдың жұмыс істеу принципімен және оның құрылысымен танысу. Құбырдың негізгі сипаттамаларын эксперименттік зерттеу.	1	5
	№4 семинар сабағы: Жылдамдықтың турбуленттік пульсацияларын өлшеуге қатысты алынатын параметрлерге талдау жасау.	1	5
	СӨЖ4. Қозғалыстың жиіліктік анализі. Турбуленттік ағыстың спектрі.		
5	Жартылай эмпирикалық турбуленттік қозғалыс теориялары. Прандтльдің «араласу жолы» теориясы, оның жетістігі мен кемшіліктері.	1	5
	№5 лабораториялық жұмыс: №4 лабор. жұмыстың жалғасы.	1	5
	№5 семинар сабағы: Жартылай эмпирикалық турбуленттік қозғалыс теорияларына есептер шығару.	1	5
	СӨЖ5. Турбуленттіліктің К-Е моделі, оның жетістіктері мен кемшіліктері.		
6	Карман және Прандтль бойынша жылдамдықтардың таралуының универсал заңдары.	1	5
	№6 лабораториялық жұмыс: Осциллографтың көмегімен жылдамдықтар тербелісінің осциллограммасын алу, оған анализ жасау.	1	5
	№6 семинар сабағы: 5 семинар сабағының жалғасы.	1	5
	СӨЖ6. Карманның жартылай эмпирикалық теориясы.		
2 Модуль. Құбырдың ішіндегі турбуленттік ағыс.			
7	Құбырдың ішіндегі турбуленттік ағыс. Дарси формуласы. Блазиустың кедергі заңы. Кедергі және жылдамдықтардың таралу заңдары	1	5

	арасындағы байланыс. Жылдамдықтардың таралуының 1/7 дәрежелік заңы.		
	№7 лабораториялық жұмыс: Құбырдың гидравликалық кедергісін анықтау.	1	5
	№7 семинар сабағы: Ламинар және турбуленттік режимдерде құбыр ішіндегі қозғалыс параметрлерін есептеу.	1	5
	СӨЖ7. Құбырдың ішіндегі ламинарлық қозғалыс.		
	1 Аралық бақылау		100
	Midterm		100
8	Рейнольдс санының өте үлкен мәндері үшін құбырдағы жылдамдықтардың таралуының универсал заңдары.	1	
	№8 лабораториялық жұмыс: №7 лабораториялық жұмыстың жалғасы.	1	5
	№8 семинар сабағы. Құбырдағы турбуленттік қозғалыстың бастапқы стабилизациялық бөлігінің ұзындығын есептеу	1	5
	СӨЖ8. Құбырдағы ламинарлық қозғалыстың бастапқы стабилизациялық бөлігі		
9	Рейнольдс санының өте үлкен мәндері үшін құбырдағы кедергінің универсал заңы.	1	
	№9 лабораториялық жұмыс: Құбырдың гидравликалық кедергісін үлкен Рейнольдс сандарында өлшеуге ұмтылу.	1	5
	№ 9 семинар сабағы: Құбырдың кедергісіне есептер жүргізу.	1	5
	СӨЖ 9. Құбыр бетінің бұдырлығының құбырдың кедергісіне және жылдамдық профиліне әсері.		
3 Модуль. Еркін турбуленттік қозғалыстар.			
10	Еркін ағыншалар. Негізгі заңдылықтар. Ағыншаның еркін шекарасы. Батырылған еркін ағынша. Батырылған еркін ағыншаның кеңею заңы.	1	
	№10 лабораториялық жұмыс: Еркін ағыншадағы жылдамдықтың таралу заңдылықтарын зерттеу. Еркін ағыншадағы жылдамдықтың пульсациясын өлшеу және есептеу.	1	5
	№10 семинар сабағы: Батырылған еркін ағыншаларға есептеу жүргізу.	1	5
	СӨЖ10. Серіктес еркін ағынша.		
11	Өссимметриялық еркін турбуленттік ағынша.	1	5
	№11 лабораториялық жұмыс: Өссимметриялық еркін ағыншаны эксперименттік зерттеу.	1	5
	№11 семинар сабағы: Өссимметриялық еркін ағыншадағы өстік жылдамдықтың өзгеру заңдылығын есептеу	1	5
	СӨЖ11. Қарама - қарсы кездесетін еркін ағыншалар		

12	Жазықша параллельді еркін турбуленттік ағынша	1	5
	№12 лабораториялық жұмыс: Жазықша параллельді еркін ағыншаны эксперименттік зерттеу.	1	5
	№12 семинар сабағы: Жазықша параллельді еркін ағыншадағы өстік жылдамдықтың өзгеру заңдылығын есептеу.	1	5
	СӨЖ12. Үшөлшемді еркін ағынша.		
13	Дененің сыртындағы «із»	1	5
	№13 лабораториялық жұмыс: Нашар орай ағылатын дененің артындағы іздегі сұйықтың қозғалысын зерттеу.	1	5
	№13 семинар сабағы: Дененің артындағы «ізге» есептер шығару	1	5
	СӨЖ13. Денелердің бетіндегі қысымның таралуы.		
4 модуль. Турбуленттік шекаралық қабат.			
14	Туралап орай ағылатын пластина бетіндегі шекаралық қабат.	1	5
	№14 лабораториялық жұмыс: Пластина бетіндегі ламинарлық және турбуленттік шекаралық қабаттарды эксперименттік зерттеу.	1	5
	№14 семинар сабағы: Пластина бетіндегі шекаралық қабатқа есептер жүргізу.	1	5
	СӨЖ14. Клаузер әдісі бойынша турбуленттік шекаралық қабаттағы беттік үйкеліс коэффициентін анықтау		
15	Беттік жартылай шектелген турбуленттік ағынша	1	
	№15 лабораториялық жұмыс: Жазық беттік жартылай шектелген турбуленттік ағыншаны эксперименттік зерттеу.	1	5
	№15 семинар сабағы: Жартылай шектелген ағыншаға есептеулер жүргізу.	1	5
	СӨЖ15.Престон әдісі көмегімен пластина бетіндегі шекаралық қабаттағы беттік үйкелесті зерттеу.		
	2 Аралық бақылау		100
	Емтихан		100
	Барлығы		100

Факультеттің деканы

А.Е.Давлетов

Әдістемелік бюро төрайымы

А.Т.Габдуллина

ЖЖТФ кафедрасының меңгерушісі

С.Ә. Бөлегенова

Лектор, ф.-м.ғ.к., доцент

Ғ. Төлеуов