

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика-техникалық факультеті

Жылуфизика және техникалық физика кафедрасы

Келісілді

Факультет деканы

_____ Давлетов А.Е.
«_____» _____ 2015 ж.

Бекітілді

Университеттің Ғылыми-әдістемелік
Кеңесінің отырысында

№6 хаттама «25» маусым 2015 ж.

Оқу ісі жөніндегі проректор

ПӘННІҢ ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІ

«Әсерлесетін жүйелер физикасы»

Мамандық «5В071700 – Жылуэнергетика»

Оқу түрі: күндізгі

Алматы 2015 ж.

Пәннің ОӘК-нің техника және технология магистрі, оқытушы
Оспанова Ш.С. құрастырған

ҚР БЖММС 3.08.233-2001, ҚР БЖММС3.07.004-2001, ҚР БЖММС
3.07.073-20016 «5B071700 – Жылуэнергетика» мамандығының біліктілік
сипаттамалары мен оқу жоспарларының негізінде

Жылуфизика және техникалық физика кафедрасының мәжілісінде
қарастырылған және ұсынылған

«16» маусым 2015 ж., хаттама №42

Кафедра меңгерушісі _____ С.Ә. Бөлегенова

Кафедраның әдістемелік Кеңесімен (бюросымен) ұсынылған

«16» маусым 2015 ж., хаттама №10

Төрайымы _____ Габдуллина Г.Л.

АЛҒЫСӨЗ

Курстың қысқаша сипаттамасы: «Әсерлесетін жүйелер физикасы» пәні 3 кредиттен құралады, 3 курс «Жылуэнергетика» мамандығының студенттерімен алтыншы семестрде оқылады.

Курстың барысында студенттер қалыптасқан жану теориясын сұйық отындарға қолдана отырып, ондағы өтетін негізгі физика-химиялық процестердің кинетикасымен, сұйық бөлшектерінің қозғалысының негізгі дифференциалдық теңдеулерімен, бүркілген сұйық тамшыларын турбуленттік ағыстардағы компьютерлік модельдеу әдістерімен танысатын болады.

Курсты оқытудың мақсаты: студенттерге сұйық отындардың жануы барысында өтетін процестерді түсіндіру, жану процесінің негізгі параметрлері мен жану өнімдерінің құрамын есептеуге баулу, сұйық отындарды жағудың әдіс-тәсілдерімен таныстыру, сұйық отынды бүрку арқылы жағу барысындағы негізгі компьютерлік модельдердің негізін қарастыру, ламинарлық және турбуленттік сұйық отын жалындарын модельдеу әдістері туралы түсінік қалыптастыру.

Мақсаты мен міндеттері:

- сұйық отындарда өтетін физика-химиялық процестердің негізі мен қолданылатын анытамалар туралы түсінікке ие болу;

- жану теориясының математикалық аппаратын, негізгі дифференциалдық теңдеулерді жану процестеріне қолдану;

- сұйық отындардың ламинарлық және турбуленттік жану процестерін есептеудің компьютерлік әдістерін меңгеруі тиіс.

Пәнді-оқып үйрену нәтижесіндегі бакалаврдың құзыреттері

Пәнді оқып-үйрену нәтижесінде студент *білуі тиіс:*

- сұйық отын тамшыларының жану камерасында таралуы кезіндегі негізгі қозғалыс теңдеулерін сандық тұрғыдан шешуді;

- сұйық отын тамшыларының ламинарлық және турбуленттік ағыстарын 2D, 3D компьютерлік модельдеудің әдістерін;

- сұйық отын тамшыларының классификациясы мен оларды сандық модельдеудің тәсілдерін;

қолынан келуі тиіс:

- жану камерасындағы бөлшектердің таралуы кезіндегі жылу және масса тасымалының негізгі теңдеулерін қолданбалы есептерді шешуге қолдану;

- сұйық отындардың жану реакцияларын зымырандық техника мен өнеркәсіптік құрылғылардың тиімді коэффициенттерін есептеу;

меңгеруі тиіс:

- турбулентті жануды модельдеудің негізгі әдістерін;

- әр түрлі қолданбалы есептер үшін түрлі турбуленттілік тәсілдерін қолданудың тиімділігін.

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
Физика-техникалық факультеті
Жылуфизика және техникалық физика кафедрасы

Физика-техникалық факультеті
Ғылыми кеңесінің мәжілісінде бекітілді
№ 9 хаттама «24» маусым 2015 ж.
Факультет деканы _____ Давлетов А.Е.

5B071700 – Жылуэнергетика

СИЛЛАБУС

Кәсіби элективті модуль 8

STOZhM 3308 «Әсерлесетін жүйелер физикасы»

3 курс, к/б, 6 семестр (көктемгі), 3 кредит, таңдаулы

Дәріскер:

Оспанова Шынар Сабитовна, техника және технология магистрі, оқытушы, тел.: +7 701 380 19 19, e-mail: shinar_ospanova87@mail.ru, каб.: 236

Семинар және зертханалық сабақтарды жүргізуші:

Пәннің мақсаттары мен міндеттері: студенттерге сұйық отындардың жануы барысында өтетін процестерді түсіндіру, жану процесінің негізгі параметрлері мен жану өнімдерінің құрамын есептеуге баулу, сұйық отындарды жағудың әдіс-тәсілдерімен таныстыру, сұйық отынды бүрку арқылы жағу барысындағы негізгі компьютерлік модельдердің негізін қарастыру, ламинарлық және турбуленттік сұйық отын жалындарын модельдеу әдістері туралы түсінік қалыптастыру.

Міндеттері: студент жанатын сұйық отындарда өтетін физика-химиялық процестерді, оның математикалық аппаратын, негізгі дифференциалдық теңдеулерді жану процестеріне қолдана алуы тиіс, сұйық отындардың ламинарлық және турбуленттік жану процестерін есептеудің компьютерлік әдістерін меңгеруі тиіс.

Құзыреттері (оқытудың нәтижелері): пәнді оқып-үйрену нәтижесінде студент сұйық отын тамшыларының жану камерасында таралуы кезіндегі негізгі қозғалыс теңдеулерін сандық тұрғыдан шеше алуы тиіс, сұйық отын тамшыларының ламинарлық және турбуленттік ағыстарын 2D, 3D компьютерлік модельдеудің әдістерін өнеркәсіпте, ғылыми қойылған физикалық есептерді шешуде, бітіру жұмыстарын жазуда қолдана алуы тиіс. Аталған компьютерлік модельдеу әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін ажырата алуы керек.

Пререквизиттері: пәнді толық меңгеру үшін студенттер «Молекулалық физика», «Тұтқыр сұйықтың конвективті тасымалы», «Жану және жарылыс физикасы», «Жылуфизикалық есептерді компьютерлік модельдеу» пәндерінен алған білімдеріне сүйенуі тиіс.

Постреквизиттері: «Бүркілген сұйық отындардың жануын модельдеу» пәнін оқып-үйрену өнеркәсіпте, оның ішінде сұйық отынның жануына негізделген жылутехникалық

құрылғылар мен зымырандық техниканың қолданбалы есептерін шешуде ауадай қажет. Осы пәнді оқып-үйрену болашақта магистратура деңгейіндегі «Әсерлесетін ағыстарды 3D модельдеу», «Реологиялық сұйықтардың жылуфизикасы», «Жылуэнергетикасындағы плазма технологиясы», «Өткізгіш ортаның жылуфизикасы» пәндерін оқуға негіз болады.

ПӘННІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН МАЗМҰНЫ

Апта	Тақырыптың аталуы	Сағат саны	Бағасы
1 модуль			
1	<i>1 дәріс</i> Жану және оның түрлері. Жану реакцияларының химиялық кинетикасы. Отын түрлері. Химиялық тепе-теңдік. Стехиометрия коэффициенттері.	2	
	<i>1 лабораториялық сабақ (а)</i> Жану камерасындағы сұйық отынның тұтануы мен жану процестерін зерттеу. Сұйық отындардың жану ерекшеліктері. Сұйық отын тамшыларының камера биіктігі бойымен таралу графигін тұрғызу.	1	6
	<i>1 СӨӨЖ</i> Көмірсутек құрамдас сұйық отындардың жану заңдылықтары мен реакциялары. Жану реакциясының тізбектік механизмі.	1	7
2	<i>2 дәріс</i> Сұйық отын тамшыларының жануы. Отто циклы. Дизель циклы. Сұйық отындардың жауының химиялық кинетикасы. Жану реакциясының жылулық эффекті.	2	
	<i>Лабораториялық сабақ (ә)</i> Жану камерасындағы сұйық отынның тұтануы мен жану процестерін зерттеу. Сұйық отын тамшыларының жану реакциясы нәтижесіндегі камера ішіндегі максимал температураның таралуы.	1	6
	<i>2 СӨӨЖ</i> Гомогенді және гетерогенді жану, диффузиялық және кинетикалық жану түрлері. Жану машиналарының жұмыс әстеу принциптері.	1	7
3	<i>3 дәріс</i> Химиялық реакциялардың жылдамдығы. Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі. MS Excell бағдарламасында тәуелділік графиктерін кескіндеу тәсілдері.	2	
	<i>Лабораториялық сабақ (б)</i> Жану камерасындағы сұйық отынның тұтануы мен жану процестерін зерттеу. TecPlot және Origin бағдарламаларында температураның уақыт мезетіндегі кескіндерін алу.	1	6
	<i>3 СӨӨЖ</i> Сұйық отын тамшыларының жануы үшін массаның сақталу заңын қорыту.	1	7
2 модуль			
4	<i>4 дәріс</i>	2	

	Жану камерасындағы бөлшектердің таралуы кезіндегі жылу және масса тасымалының негізгі теңдеулері. Сұйық отын тамшылары үшін Навье-Стокс теңдеулері. Дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық әдістері.		
	<i>2 лабораториялық сабақ (а)</i> Жану камерасындағы бүркілген сұйық отынның жануы барысындағы жану реакциясының өнімдерін сандық зерттеу. Жану өнімдерінің (CO ₂ , H ₂ O) камерадағы максимал темпеартураға тәуелділік графиктерін тұрғызу.	1	6
	<i>4 СООЖ</i> Сұйық отынды әр түрлі массада бүркүдің жану камерасының аэродинамикасына әсері.	1	7
5	<i>5 дәріс</i> Сұйық отын тамшыларының дисперсиясы. Сұйық бөлшектерінің турбуленттік құйындардың диаметріне қатысты қозғалысы ($d_p > \tau_k$). Стокс теңдеуі. Стокс уақыты.	2	
	<i>2 лабораториялық сабақ (ә)</i> Жану камерасындағы бүркілген сұйық отынның жануы барысындағы жану реакциясының өнімдерін сандық зерттеу. Жану өнімдерінің (fuel, N ₂) камерадағы максимал темпеартураға тәуелділік графиктерін тұрғызу.	1	6
	<i>5 СООЖ</i> Сұйық бөлшектері үшін беттік кедергі коэффициентінің C_D физикалық мәні.	1	7
6	<i>6 дәріс</i> Турбуленттік ағыстағы сұйық бөлшегінің $d_p \ll \tau_k$ үшін Стокс теңдеуін қорыту.	2	
	<i>2 лабораториялық сабақ (б)</i> Жану камерасындағы бүркілген сұйық отынның жануы барысындағы жану реакциясының өнімдерін сандық зерттеу. Жану камерасының физикалық сипаттамасы.	1	6
	<i>6 СООЖ</i> Сұйық тамшысы үшін Стокс теңдеуінің физикалық мәні.	1	7
7	<i>7 дәріс</i> Сұйық тамшыларының пішіндерінің классификациясы. Өссимметриялық бөлшектер. Отротропты бөлшектер. Сфералық изотропты бөлшектер. Статикалық сұйық бөлшектері мен көпіршіктері.	2	
	<i>3 лабораториялық сабақ (а)</i> Метанның жану реакциясын сандық зерттеу. 150 м/с-тан 350 м/с дейін әр түрлі жылдамдықтағы сұйық отынды бүркүдің жану процесінің аэродинамикалық сипаттамаларына әсері.	1	6
	<i>7 СООЖ</i> Сандық модельдеу. 2D, 3D модельдеудің ерекшеліктері. Видеодәрістер.	1	7
	1 Аралық бақылау		9
3 модуль			
8	<i>8 дәріс</i> Сұйық отындардың жануын компьютерлік модельдеу	2	

	бағдарламалары (KIVA-II, MatLab, FLOREAN және т.б.). Есептеу нәтижелерін өңдеудің бағдарламалық құралдары (TecPlot, ParaView және т.б.).		
	<i>3 лабораториялық сабақ (ә)</i> Метанның жану реакциясын сандық зерттеу. MS Excell бағдарламасында максимал температураның қысымға, максимал O_2 мен N_2 тәуелділік графиктерін алу.	1	5
	<i>8 СОӨЖ</i> Белгілі бағдарламалық құралды қолдана отырып, қарапайым бөлшектің қозғалысы үшін бағдарлама кескінін жасау.	1	6
9	<i>9 дәріс</i> Турбуленттілік модельдері. Стандартты $k - \epsilon$ моделі. Негізгі теңдеулері, параметрлері, бастапқы және шекаралық шарттары.	2	
	<i>3 лабораториялық сабақ (б)</i> Метанның жану реакциясын сандық зерттеу. Метан мен тетрадеканның жану реакциялары нәтижесінде бөлінетін жану өнімдерінің мөлшерлік қатынасын алу.	1	5
	<i>9 СОӨЖ</i> Турбуленттік кинетикалық энергия k мен оның тұтқыр диссипация дәрежесі ϵ үшін теңдеулерді қорыту.	1	6
10	<i>10 дәріс</i> Ламинарлық және турбуленттік жану. Жалынның қалыпты жану теңдеуін қорыту. Жану реакциясының сұйық отындардың қасиеттерімен байланысы.	2	
	<i>4 лабораториялық сабақ (а)</i> Бүркілетін сұйық тамшыларының бастапқы радиусының жану камерасындағы сұйық отынның жану процесіне әсерін сандық зерттеу. Саутерлік орташа радиустың физикалық мәні.	1	5
	<i>10 СОӨЖ</i> Турбуленттік ағыс жылдамдығы. Пульсациялық жылдамдық.	1	6
4 модуль			
11	<i>11 дәріс</i> Екіфазалы жану моделі. Дисперстік және газ фазалары. Бөлшектердің қозғалысын модельдеу: негізгі теңдеулері, параметрлері. Бөлшектердің булануы мен соқтығысуы.	2	
	<i>4 лабораториялық сабақ (ә)</i> Бүркілетін сұйық тамшыларының бастапқы радиусының жану камерасындағы сұйық отынның жану процесіне әсерін сандық зерттеу. Бөлшектердің радиусы бойынша таралуының, бөлшек температурасының камера биіктігі бойымен таралуының, жану өнімдерінің анимациялық кескіндерін алу.	1	5
	<i>11 СОӨЖ</i> Сұйық отынды бүрку үшін қолданылатын форсункалар және олардың түрлері.	1	6
12	<i>12 дәріс</i> Сұйық тамшысы үшін турбуленттік ағыс кезіндегі энергия теңдеуін қорыту.	2	

	<i>4 лабораториялық сабақ (б)</i> Бүркілетін сұйық тамшыларының бастапқы радиусының жану камерасындағы сұйық отынның жану процесіне әсерін сандық зерттеу. Үш түрлі Саутер радиустары үшін камерадағы максимал температураның көмірқышқыл газының, күйенің, азоттың максимал концентрацияларына тәуелділігін алу.	1	5
	<i>12 СОӨЖ</i> Уилкокостың $k - w$ моделі.	1	6
13	<i>13 дәріс</i> Сұйық отындардың турбуленттік ағыстарын модельдеудің Рейнольдс бойынша орташаланған теңдеулерді шешу әдісі. Рейнольдс кернеулері әдісі (RANS).	2	
	<i>5 лабораториялық сабақ (а)</i> Бастапқы температураның бүркілген сұйық отынның жануына әсерін сандық зерттеу. Бөлшектердің камера биіктігі бойымен әр түрлі температурадағы таралу графиктерін алу.	1	5
	<i>13 СОӨЖ</i> RANS әдісінің кемшіліктері мен артықшылықтары.	1	6
5 модуль			
14	<i>14 дәріс</i> Сұйық отындардың турбуленттік ағыстарын модельдеудің ірі құйындар әдісі (LES). Әдістің артықшылықтары мен кемшіліктері. Әдісте қолданылатын негізгі дифференциалдық теңдеулер.	2	
	<i>5 лабораториялық сабақ (ә)</i> Бастапқы температураның бүркілген сұйық отынның жануына әсерін сандық зерттеу. Жану өнімдері концентрацияларының таралу графиктерін алу.	1	5
	<i>14 СОӨЖ</i> LES әдісінің техникалық ғылыми есептерді шешуде қолданылуы.	1	6
15	<i>15 дәріс</i> Сұйық отындардың турбуленттік ағыстарын модельдеудің тура сандық модельдеу әдісі (DNS). Навье-Стокс теңдеулерінің шешімі, кеңістіктік тор, уақыттық кадам.	2	
	<i>5 лабораториялық сабақ (б)</i> Бастапқы температураның бүркілген сұйық отынның жануына әсерін сандық зерттеу. Жану өнімдерінің анимациялық кескіндерін алу.	1	5
	<i>15 СОӨЖ</i> Турбуленттілікті модельдеудің гибридік әдістері.	1	6
	2 Аралық бақылау		12
	Емтихан		100
	Барлығы		100

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Негізгі:

1. Аскарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә. Жану физикасы: оқу құралы. – Алматы, 2011. – 101 с.
2. Хитрин Л.Н. Физика горения и взрыва. М.: Изд-во Московского университета. –Москва, 1957. – 452 с.
3. Clift R., Grace J.R., Weber M. E. Bubbles, drops and particles. – London, 1978. – 380 p.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986.

Қосымша:

1. Вулис Л.А., Ярин Л.П. Аэродинамика факела. Л.: Энергия, 1978. – 320с.
2. Аскарова А.С., Бөлегенова С.А., Рыспаева М.Ж. 3D моделирование реагирующих течений в камере сгорания: учебное пособие. – Алматы, 2010. – 148 с.
3. А.С. Аскарова, М.А. Гороховски, И.В. Локтионова, М.Ж. Рыспаева Горение жидких топлив в камере сгорания // Известия НАН РК, серия физико-математическая. – Алматы, 2006. - № 3. - с. 10-14.
4. А.С.Аскарова, С.А.Бөлегенова, И.Э.Волошина, М.Ж.Рыспаева Численное исследование процесса горения жидкого топлива, впрыскиваемого в камеру сгорания // Материалы III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы энергетики». - Екатеринбург, 2007. - с.174-177.
5. A.S.Askarova, S.A.Bolegenova, M.Zh. Ryspayeva, I.E. Voloshina Numerical study of dodecane's combustion in the burner chamber // Вестник КазНУ, серия физическая. Алматы, 2009. - №2(29). - с. 60-63.

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

Кафедра мәжілісінде қарастырылды
№ 42 хаттама «16» маусым 2015ж.

Кафедра меңгерушісі _____

Бөлегенова С.Ә.

Дәріс оқушы _____

Оспанова Ш.С.