

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті							
Силлабус							
FRS 3506 Әсерлесетін жүйелер физикасы							
Көктемгі семестр 2016-2017 оқу жылы							
Пәннің коды	Пәннің атауы	Түрі	Аптадағы сағат саны			Кредит саны	ECTS
			Дәріс	Прак.	Зертх.		
FRS 3506	Әсерлесетін жүйелер физикасы	ТК	1	1	1	3	5
Дәріскер	Оспанова Шынар Сабитовна, PhD, аға оқытушы				Офис-сағаттары	Сабак кестесіне сәйкес	
Семинар сабақтарын жүргізуші	Бекетаева Меруерт Тұрғанбекқызы, PhD, аға оқытушы						
Зертханалық сабақтарды жүргізуші	Алдиярова Алия Несипбековна, магистр, оқытушы						
e-mail	Shynar.Ospanova@kaznu.kz Meruyert.Beketayeva@kaznu.kz Aliya.Aldiyarova@kaznu.kz						
Телефоны	+7 701 380 19 19				Аудитория	236	
	+7 707 611 15 86					236	
	+7 701 228 00 82					337	
Курстың академиялық көрнекілігі	<p>Мамандықтың академиялық бағдарламасында курс таңдаулы, жеке білім беру траекториясына жатады. 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.</p> <p>Пәннің мақсаты мен міндеттері:</p> <p>Пәннің 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.</p> <p>Пәнді оқытудың міндеттері:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 						
Пререквизиттері мен кореквизиттері	Берілген курсты толық меңгеру үшін студент келесі курстарды білуі тиіс: пәнді толық меңгеру үшін студенттер «Молекулалық физика», «Тұтқыр сұйықтың конвективті тасымалы», «Жану және жарылыс физикасы», «Жылуфизикалық есептерді компьютерлік модельдеу» пәндерінен алған білімдеріне сүйенуі тиіс. Пәнді оқып-үйрену өнеркәсіпте, оның ішінде						

	<p>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.</p>
<p>Оқытудың күтілетін нәтижелері (қалыптасқан құзыреттер жүйесі)</p>	<p>Пәнді оқып-үйрену нәтижесінде бакалавр келесі құзыреттерге ие болуы тиіс:</p> <p><i>білуі тиіс:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; <p><i>қолынан келуі тиіс:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; <p><i>меңгеруі тиіс:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - турбулентті жануды модельдеудің негізгі әдістерін; - әр түрлі қолданбалы есептер үшін түрлі турбуленттілік тәсілдерін қолданудың тиімділігін.
<p>Әдебиеттер мен ресурстар</p>	<p>Негізгі әдебиеттер:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Рыспаева М.Ж. 3D моделирование реагирующих течений в камерах сгорания: учебное пособие для студентов. – Алматы, 2010. – 145 с. 2. Аскарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә. Жану физикасы: оқу құралы. – Алматы, 2011. – 101 с. 3. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Волошина И.Э. Аскарова, А.С. Численное моделирование процессов теплопереноса в потоках при наличии горения.- Алматы: Қазақ университеті, 2010.- 131 с. 3. Хитрин Л.Н. Физика горения и взрыва. М.: Изд-во Московского университета. –Москва, 1957. – 452 с. 4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа.-М.: Наука, 1987.- 840 с. 5. Кашкаров В.П. Тепло-и массообмен в струях вязкой жидкости. - А-Ата: Наука,1984. - 276 с. <p>Қосымша әдебиеттер:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вулис Л.А., Ярин Л.П. Аэродинамика факела. Л.: Энергия, 1978. – 320с. 2. 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. 3. А.С.Аскарова, С.А.Болегенова, И.Э.Волошина, М.Ж.РыспаеваЧисленное исследование процесса горения жидкого топлива, впрыскиваемого в камеру сгорания // Материалы III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы энергетики». - Екатеринбург, 2007. - с.174-177. 4. 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. <p>Студенттердің өзіндік жұмысы мен жобаларын орындау үшін қажетті</p>

	құжаттар мен әдеби материалдар студенттердің өз парақшасында univer.kaznu.kz универ жүйесінде ПОӘК бөлімінде болады.	
Курстың академиялық саясаты	<p>Курстың академиялық бағдарламасын толығымен орындау қажет. Тапсырмаларды орындау және тапсыру мерзімдерінен ауытқымау керек (үй тапсырмасы, аралық бақылау, зертханалық және семинар сабақтарын, емтихан және т.б.). Тәртіпті бұзбау керек (сабаққа міндетті түрде келу және қатысу, кешікпеу). Топта оқу және әлеуметтік тұрғыдан өзара іс-әрекет пен қарым-қатынасқа дайын болу.</p> <p>Бағалау кезінде студенттердің сабақтағы белсенділігі мен сабаққа қатысуы ескеріледі.</p> <p>Толерантты болу керек, яғни өзгенің пікірін сыйлау қажет. 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 қолданғаны үшін студент «F» қорытынды бағасын алады.</p>	
Бағалау және аттестациялау саясаты	<p>Аудиториядағы жасалған жұмысты бағалау. Үй тапсырмасын орындауды бағалау. Студенттердің өзіндік жұмысын бағалау. Құзыреттердің қалыптасуын бағалау (аралық бақылау және емтихан). Қорытынды бағаны есептеу формуласы: $\frac{AB1 + AB2}{2} \cdot 0,6 + MT \cdot 0,1 + E \cdot 0,3.$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. СӨЖ семестр бойына үлестіріледі – пән бойынша 7 тапсырма, курсты қорытынды бағалаудың 50%-ын құрайтын болады. 2. Уақытында тапсырылмаған СӨЖ бағамы 50%-ға төмендейді. 3. СӨЖ тақырыптары емтихан сұрақтарына енеді. 4. 1-7 апта көлемінде әрқайсысы 10 балға тең 3 СӨЖ тапсырылуы тиіс. Келесі 8-15 апта ішінде әрқайсысы 7 балдық 4 СӨЖ тапсырылады. 5. Әрбір семинар сабағында шығарылған есепке сәйкес максимум 8 балға дейін алуға болады. 6. Әрбір аралық бақылауда өткен тақырыптарды қорытындылау мақсатында 12 балдық бақылау жұмысы тапсырылады. 7. Midterm Exam дәріс және семинар сабақтарының, сонымен қатар СӨЖ тақырыптары бойынша билет түрінде тапсырылады. Әрбір билетте әрқайсысы 20 балдық 5 сұрақтан болады. 8. Семинар сабақтары шығарылған есеп саны мен студенттің сабаққа белсенділігіне сәйкес қорытындыланады. 	
	Студенттің өзіндік жұмысының сипаттамасы	Үлесі
	Семинар және зертханалық сабақтарында есеп шығару, виртуалды зертханалық жұмыстарды орындау, таңдап алынған тақырыпқа сәйкес эксперимент жүргізу, презентация жасау, қорғау (1-7 апта)	7x8=56%
	Студенттің өзіндік жұмысы (1-7 апта)	3x10=30%
	1 Аралық бақылау	14%
	Қорытынды	100%
	Семинар және зертханалық сабақтарында есеп шығару, виртуалды зертханалық жұмыстарды орындау, таңдап алынған тақырыпқа сәйкес	8x7=56%

	эксперимент жүргізу, презентация жасау, қорғау (8-15 апта)	
	Студенттің өзіндік жұмысы (8-15 апта)	4x7=28%
	2 Аралық бақылау	16%
	Қорытынды	100%
	Midterm Exam	100%
	Төменде баға және балдық бағалау жүйесі келтірілген: 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	
Оқу курсының мазмұнын жүзеге асыру күнтізбесі (кестесі)	Дәріс тақырыптарының атауы	Апта
	<i>1 дәріс</i> Жану және оның түрлері. Жану реакцияларының химиялық кинетикасы. Отын түрлері. Химиялық тепе-теңдік. Стехиометрия коэффициенттері.	1
	<i>1 семинар сабағы</i> Стехиометрия коэффициенттерін, реакцияның жылулық эффекті мен Менделеев өрнегі бойынша метанның жануы үшін есептеу.	1
	<i>1 зертханалық сабақ</i> Жану камерасындағы сұйық отынның тұтануы мен жану процестерін зерттеу. Сұйық отындардың жану ерекшеліктері. Сұйық отын тамшыларының камера биіктігі бойымен таралу графигін тұрғызу.	1
	<i>1 СӨЖ</i> Көмірсутек құрамдас сұйық отындардың жану заңдылықтары мен реакциялары. Жану реакциясының тізбектік механизмі.	1
	<i>2 дәріс</i> Сұйық отын тамшыларының жануы. Отто циклы. Дизель циклы. Сұйық отындардың жауының химиялық кинетикасы. Жану реакциясының жылулық эффекті.	2
	<i>2 семинар сабағы</i> Гомогенді және гетерогенді жану, диффузиялық және кинетикалық жану түрлері. Жану машиналарының жұмыс әстеу принциптері.	2
	<i>2 зертханалық сабақ</i> Жану камерасындағы сұйық отынның тұтануы мен жану процестерін зерттеу. Сұйық отын тамшыларының жану реакциясы нәтижесіндегі камера ішіндегі максимал температураның таралуы.	2
	<i>3 дәріс</i> Химиялық реакциялардың жылдамдығы. Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі. MS Excell бағдарламасында тәуелділік графиктерін кескіндеу тәсілдері.	3
	<i>3 семинар сабағы</i> Сұйық отын тамшыларының жануы үшін массаның сақталу заңын қорыту.	3
	<i>3 зертханалық сабақ</i> Жану камерасындағы сұйық отынның тұтануы мен жану процестерін зерттеу. TecPlot және Origin бағдарламаларында температураның уақыт мезетіндегі кескіндерін алу.	3
<i>2 СӨЖ</i> Аррениус заңын молекулалық-кинетикалық негіздеу.	3	

4 дәріс Жану камерасындағы бөлшектердің таралуы кезіндегі жылу және масса тасымалының негізгі теңдеулері. Сұйық отын тамшылары үшін Навье-Стокс теңдеулері. Дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық әдістері.	4
4 семинар сабағы Сұйық отынды әр түрлі массада бүркудің жану камерасының аэродинамикасына әсері.	4
4 зертханалық сабақ 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.	4
5 дәріс Сұйық отын тамшыларының дисперсиясы. Сұйық бөлшектерінің турбуленттік құйындардың диаметріне қатысты қозғалысы ($d_p > \tau_k$). Стокс теңдеуі. Стокс уақыты.	5
5 зертханалық сабақ Жану камерасындағы бүркілген сұйық отынның жануы барысындағы жану реакциясының өнімдерін сандық зерттеу. Жану өнімдерінің (fuel, N ₂) камерадағы максимал темпеартураға тәуелділік графиктерін тұрғызу.	5
5 семинар сабағы Сұйық бөлшектері үшін беттік кедергі коэффициентінің C_D физикалық мәні.	5
3 СОӨЖ Гомогенді және гетерогенді жану реакциялары. Жанудың түрлері: диффузиялық және кинетикалық. Массаның сақталу заңы.	5
6 дәріс Турбуленттік ағыстағы сұйық бөлшегінің $d_p \ll \tau_k$ үшін Стокс теңдеуін қорыту.	6
6 зертханалық сабақ Жану камерасындағы бүркілген сұйық отынның жануы барысындағы жану реакциясының өнімдерін сандық зерттеу. Жану камерасының физикалық сипаттамасы.	6
6 семинар сабағы Сұйық тамшысы үшін Стокс теңдеуінің физикалық мәні.	6
7 дәріс Сұйық тамшыларының пішіндерінің классификациясы. Өссимметриялық бөлшектер. Отротропты бөлшектер. Сфералық изотропты бөлшектер. Статикалық сұйық бөлшектері мен көпіршіктері.	7
7 зертханалық сабақ Метанның жану реакциясын сандық зерттеу. 150 м/с-тан 350 м/с дейін әр түрлі жылдамдықтағы сұйық отынды бүркудің жану процесінің аэродинамикалық сипаттамаларына әсері.	7
7 семинар сабағы Сандық модельдеу. 2D, 3D модельдеудің ерекшеліктері. Видеодәрістер.	7
4 СОӨЖ Бүрку жылдамдығының сұйық отынның жану процесіне әсерін	7

зерттеу. Жылдамдықтың жану камерасындағы судың концентрациясының таралуына әсерін зерттеу. Судың болуы және оның отынның жануы барысындағы агрегаттық күйі.	
<i>8 дәріс</i> Сұйық отындардың жануын компьютерлік модельдеу бағдарламалары (KIVA-II, MatLab, FLOREAN және т.б.). Есептеу нәтижелерін өңдеудің бағдарламалық құралдары (TecPlot, ParaView және т.б.).	8
<i>8 зертханалық сабақ</i> Метанның жану реакциясын сандық зерттеу. MS Excell бағдарламасында максимал температураның қысымға, максимал O_2 мен N_2 тәуелділік графиктерін алу.	8
<i>8 семинар сабағы</i> Белгілі бағдарламалық құралды қолдана отырып, қарапайым бөлшектің қозғалысы үшін бағдарлама кескінін жасау.	8
<i>9 дәріс</i> Сұйық тамшысының қозғалысы үшін Навье-Стокс теңдеулері. Жанудың негізгі теңдеулері. Бүрку.	9
<i>9 зертханалық сабақ</i> Метанның жану реакциясын сандық зерттеу. Метан мен тетрадеканның жану реакциялары нәтижесінде бөлінетін жану өнімдерінің мөлшерлік қатынасын алу.	9
<i>9 семинар сабағы</i> Турбуленттік кинетикалық энергия k мен оның тұтқыр диссипация дәрежесі ε үшін теңдеулерді қорыту.	9
5 СООЖ Турбулентті жану. Турбулентті жану жылдамдығы. Жануды модельдеу.	9
<i>10 дәріс</i> Ламинарлық және турбуленттік жану. Жалынның қалыпты жану теңдеуін қорыту. Жану реакциясының сұйық отындардың қасиеттерімен байланысы.	10
<i>10 зертханалық сабақ</i> Бүркілетін сұйық тамшыларының бастапқы радиусының жану камерасындағы сұйық отынның жану процесіне әсерін сандық зерттеу. Саутерлік орташа радиустың физикалық мәні.	10
<i>10 семинар сабағы</i> Турбуленттік ағыс жылдамдығы. Пульсациялық жылдамдық.	10
<i>11 дәріс</i> Екіфазалы жану моделі. Дисперстік және газ фазалары. Бөлшектердің қозғалысын модельдеу: негізгі теңдеулері, параметрлері. Бөлшектердің булануы мен соқтығысуы.	11
<i>11 зертханалық сабақ</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.	11
<i>11 семинар сабағы</i> Сұйық отынды бүрку үшін қолданылатын форсункалар және олардың түрлері.	11
6 СООЖ	11

	Тұтанудың критикалық шарттары. Әр түрлі отындар үшін стандартты өзіндік тұтану температуралары.	
	<i>12 дәріс</i> Сұйық тамшысы үшін турбуленттік ағыс кезіндегі энергия теңдеуін қорыту.	12
	<i>12 зертханалық сабақ</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.	12
	<i>12 семинар сабағы</i> Уилкокостың $k - w$ моделі.	12
	<i>13 дәріс</i> Сұйық отындардың турбуленттік ағыстарын модельдеудің Рейнольдс бойынша орташаланған теңдеулерді шешу әдісі. Рейнольдс кернеулері әдісі (RANS).	13
	<i>13 зертханалық сабақ</i> Бастапқы температураның бүркілген сұйық отынның жануына әсерін сандық зерттеу. Бөлшектердің камера биіктігі бойымен әр түрлі температурадағы таралу графиктерін алу.	13
	<i>13 семинар сабағы</i> RANS әдісінің кемшіліктері мен артықшылықтары.	13
	<i>7 СӨЖ</i> Жану болғандағы диффузия мен конвективті тасымал теңдеулерін қорыту.	13
	<i>14 дәріс</i> Сұйық отындардың турбуленттік ағыстарын модельдеудің ірі құйындар әдісі (LES). Әдістің артықшылықтары мен кемшіліктері. Әдісте қолданылатын негізгі дифференциалдық теңдеулер.	14
	<i>14 зертханалық сабақ</i> Бастапқы температураның бүркілген сұйық отынның жануына әсерін сандық зерттеу. Жану өнімдері концентрацияларының таралу графиктерін алу.	14
	<i>14 семинар сабағы</i> LES әдісінің техникалық ғылыми есептерді шешуде қолданылуы.	14
	<i>15 дәріс</i> Сұйық отындардың турбуленттік ағыстарын модельдеудің тура сандық модельдеу әдісі (DNS). Навье-Стокс теңдеулерінің шешімі, кеңістіктік тор, уақыттық кадам.	15
	<i>15 зертханалық сабақ</i> Бастапқы температураның бүркілген сұйық отынның жануына әсерін сандық зерттеу. Жану өнімдерінің анимациялық кескіндерін алу.	15
	<i>15 семинар сабағы</i> Турбуленттілікті модельдеудің гибридік әдістері.	15
	<i>8 СӨЖ</i> Тамшылардың пішіндерінің классификациясы. Өссимметриялық, ортотропты, сфералық изотропты, статикалық тамшылар мен көпіршіктер.	15
Ұсыныстар	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 оқытушының офис-сағаттарында 236 кабинеттен таба аласыз.
--	--

Физика-техникалық факультетінің деканы _____ Давлетов А.Е.

Әдістемелік бюро төрайымы _____ Габдуллина А.Т.

Жылуфизика және техникалық физика кафедрасының меңгерушісі _____ Бөлегенова С.Ә.

Дәріскер _____ Оспанова Ш.С.