

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІ**

ЭЛЕКТИВТІ ПӘНДЕР КАТАЛОГЫ

6D072300 – Техникалық физика

Алматы 2014

ЭЛЕКТИВТІ ПӘНДЕР КАТАЛОГЫ
6D072300 – Техникалық физика

Оқытылудың 1- курсы

№	Модуль атауы	Пән циклы	Пән коды	Пән атауы	Кредит саны	Семестр
1	Статистикалық физика және термодинамика модулі	БП	FKYa 1.2.1	Кинетикалық құбылыстар физикасы	3	1
2		БП	FTM 1.2.2	Жылу масса алмасу физикасы	3	1
3		БП	PTTT 1.2.3	Қолданбалы жылу физикасы және техникалық термодинамика	3	1
4	Конденсирленген күй физикасы модулі	БП	FKS 2.1.1	Конденсирленген күй физикасы	3	1
5		БП	KFiz 2.2.1	Кристалдар физикасы	3	1
6		БП	ESTT 2.2.2	Қатты денелердің электрондық құрылымы	3	1
7		БП	RA 2.2.3	Рентген құрылымдық талдау	3	1
8		БП	OSA 2.3.1	Жүйелік талдау негіздері	3	1
9		БП	ASTZM 2.3.2	Атомдық-күштік және туннельдік зондтық микроскопия	3	1
10		БП	MPEM 7206.1	Наноқұрылымды зерттеулердегі жарық беруші электрондық микроскопия әдістері	3	1
11	Төменөлшемді жүйелер физикасы модулі	КП	PPNN 3.1.1	Нанобөлшектерді және наноматериалдарды алу процестері	3	2
12	Төменөлшемді жүйелер	КП	PhLd 3.1.2	Төменөлшемді жүйелер физикасы	3	2

	физикасы модулі			және технологиясы		
13		КП	PGPO 3.1.3	Шалаөткізгіш гетерокұрылымдар және олардың негізінде жасалған аспаптар	3	2
14		КП	TMS 3.2.1	Мезоскопиялық жүйелер теориясы	3	2
15		КП	FG 3.2.2	Фотовольттық генераторлар	3	2
16	Кәсіптік дайындық модулі	КП	Ast 4.1.1	Аспан механикасы	3	2
17		КП	BUKA 4.1.2	Баллистика және ғарыштық қондырғыларды басқару	3	2
18		КП	YaFYaT 5.1.1	Ядролық физика және ядролық технология	3	2
19		КП	KX 5.1.2	Кванттық хромодинамика	3	2
20		КП	MMKFIZh 6.1.1	Есептеуіш физиканың заманауи тәсілдері	3	2
21		КП	KM 6.1.2	Компьютерлік моделдеу	3	2
22		КП	ND 6.1.3	Бейсызықты динамика	3	2

ФКҮА 1.2.1 Кинетикалық құбылыстар физикасы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: магистратура курсы, TSPC 1.1.1 «Термодинамика, статистикалық физика және физикалық кинетика».

Пәнді оқыту мақсаты: жалпы физикалық механизмдерді айқындауға, белгілі құбылыстарды теориялық тұрғыда сипаттауға, бақылаудың әдістерін меңгеруге, жаңа технологияларды дайындауға, жаңа құбылыстарды болжауға үйрету. Біртекті емес жүйелердегі құбылыстардың пайда болу механизмі негізінде әртүрлі құбылыстарды сипаттаудың жалпы тәсілдерін оқыту. Докторанттарға техникалық физикадағы жаңа мәселелерді тұжырымдау және шешуде алған білімдерін қолдана алуға қабілеттілігін қалыптастыру.

Қысқаша мазмұны: «Кинетикалық құбылыстар физикасы» пәні біртекті емес жүйелерді оқытуда негізгі кезең болып табылады. Берілген курста нақты денелерге тән құбылыстар қарастырылады. Бұл құбылыстар қазіргі және жаңа технологиялардың негізі болып табылады. Осы курс

жалпы физикалық механизмдерді айқындауға, белгілі құбылыстарды теориялық тұрғыда сипаттап, бақылаудың әдістерін меңгеруге, жаңа технологияларды дайындауға, жаңа құбылыстарды болжауға мүмкіндік береді. Құбылыстар жалпылама сипаттау құрылымдық элементтердің қозғалыстары мен өзара әрекеттері негізіндегі бірегей физикалық механизммен байланысты.

Күтілетін нәтижелер: біртекті емес жүйелерді зерттеу тәсілдерін меңгеру. Заманауи ғылымның теориялық және тәжірибелік мәселелерін шешуде жалпы әдіс қалыптастыру, физика-техникалық мәселелерді шешудің жалпы әдісінің жинақы жүйесін құру, заманауи ғылымның статистикалық әдістерін меңгеру, тәжірибеде қолдануға мүмкіндік беретін жаңа процестерді ашуға бейімдеу.

Постреквизиттер: Ғылыми зерттеулерге арналған теориялық негіздер. Докторлық диссертацияға дайындық.

FTM 1.2.2 Жылуассалмасу физикасы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: физика I Fiz(I)1203. Физика II Fiz(II)1204. Жоғары математика I VM(I)1201. Жоғары математика II VM(II)1202. Қолданбалы жылу физикасы PT22. Термодинамика, статистикалық физика және физикалық кинетика TSPC.

Пәнді оқыту мақсаты: тыңдармандарды термодинамика, статистикалық физика, тұтас орта механикасы және жылуассалмасу теориясы негізінде жылуассалмасудың жалпы теориясымен; жылуассалмасу теориясының феноменологиялық және статистикалық тәсілдерімен, жылуалмасу құбылысының физикалық табиғатымен таныстыру.

Қысқаша мазмұны: Термодинамикалық жүйелерді сипаттайтын түсініктер қарастырылып, термодинамика бастамалары, потенциалдар теориясы және химиялық термодинамика негіздері баяндалған. Сақталу заңдары негізінде тасымалдаудың макроскопиялық теңдеулері берілген. Больцман теориясынан қысқаша мәліметтер, кинетикалық теңдеуді қорытудың физикалық негіздері келтіріліп, сол теңдеудің кейбір қасиеттері талқыланған. Больцман теңдеулері мен тасымалдаудың макроскопиялық теңдеулері арасындағы байланыс сарапталады. Мысалдар ретінде газтәріздес, сұйық және қатты денелердегі тасымалдау коэффициенттерін есептеу әдістері баяндалған.

Күтілетін нәтижелер: жылуассалмасу теориясының мысалында физикалық процестерді модельдеу біліктілігі мен машығын қалыптастыру; күрделі процестерге талдау жасау, маңыздысын анықтау; физика ғылымының бірін-бірі толықтыратын бөлімдерінің ережелері және заңдылықтарын синтездеу.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

РТТТ 1.2.3 Қолданбалы жылуфизикасы және техникалық Термодинамика – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: физика I Fiz(I)1203. Физика II Fiz(II)1204. Жоғары математика I VM(I)1201. Жоғары математика II VM(II)1202. Қолданбалы

жылуфизикасы PT22. Термодинамика, статистикалық физика және физикалық кинетика TSPC.

Пәнді оқыту мақсаты: тұтас орта механикасы, молекулалық физика, термодинамика және химия бөлімдерін біріктіретін жылу, импульс және масса тасымалдау тұтас теориясы ретінде жылу энергетикалық қондырғыларда орын алатын жылу массаалмасудың физикалық негіздерін баяндау. Нақты мысалдарда жылуфизикалық қондырғылардың жылулық есептеу тәсілдерімен танысу, олардың жұмыстарының тиімділігін анықтау.

Қысқаша мазмұны: Курс термодинамиканың, беттік құбылыстардың физикалық-химиялық теориясының, химиялық технологияның, жылуалмасу мен аэродинамиканың дербес бөліктерін біріктіреді. Жылулық қозғалтқыштар циклдарының салыстырмалы сараптамасы келтірілген. Өндірістік қондырғылардағы күрделі жылуалмасу, массатасымалдаудың, химиялық өзгерулер мен реакциялар өнімдерінің жылуалмасу процесіне әсерлері баяндалған. Жекелеген қолданбалы маңызы бар сұрақтар, оның ішінде, жылуалмастырғыштардағы жылу беріліс, параметрлері берілген жылу тасымалдаушыларды өндіру технологиясы және жылуды қолданумен байланысты экология мәселелері қарастырылған.

Күтілетін нәтижелер: тыңдармандарда зерттелінетін мәселенің мақсатын тұжырымдау біліктілігі мен машығын қалыптастыру; жылу процестерін математикалық және физикалық модельдеу үшін термодинамика, химиялық кинетика, жылу массаалмасу негіздерін қолдану; жылуфизикалық мәселенің ұсынылатын шешімінің экологиялық зардаптарын бағалау.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

FKS 2.1.1 Конденсирленген күй физикасы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: қолданбалы қатты дене физикасы.

Пәнді оқыту мақсаты: қатты денелердің құрылымының және қалыптасу процестерінің мәнін, беттегі, беттік қабаттардағы және қатты дене көлеміндегі процестерді ашу. Заманауи көзқарас тұрғысынан конденсирленген күй физикасы қарастыратын теориялық және экспериментальдік – практикалық мәселелерді шешу біліктілігі мен машығын қалыптастыру.

Қысқаша мазмұны: заттың конденсацияланған күйі туралы заманауи көзқарасты, заттардың: қатты денелер, сұйықтар, коллоидты дисперсиялар, полимерлер, сұйық кристалдар, биологиялық жүйелердің құрылымы мен негізгі физикалық қасиеттерін оқып үйрену. Конденсацияланған орта негізгі тәжірибелік физика әдістерімен және ғылым дамуындағы оның ролі мен қазіргі технологияларымен танысу.

Күтілетін нәтижелер: Докторанттарда конденсацияланған күйдегі материалдардың көптігі туралы жана ғылыми ой қалыптастыру. Заманауи көзқарас тұрғысынан конденсирленген күй физикасы қарастыратын теориялық және экспериментальдік – практикалық мәселелерді шешу біліктілігі мен машығын қалыптастыру.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

KFIZ 2.2.1 Кристалдар физикасы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: материалтануға кіріспе.

Пәнді оқыту мақсаты: Заманауи ғылыми тәсілдерді қолданып, материалдардың физика-химиялық қасиеттерін, құрылымын, құрамын анықтауға үйрету.

Қысқаша мазмұны: Кристалдар физикасы – кіріспе-ғылыми және инженер саласында жаңа және қолданыстағы материалдардың жетілдірілген түрін алу тәсілдері мен әдістерін, өңдеу, қолдану және зерттеу әдістерін дамыту, бақылау, олардың құрамының сапасына, құрылымына және қасиетіне тәуелді қадағалау аймағындағы білімді қамтиды. «Физикалық материалтану» элективтік курста – материалдардың физика-химиялық қасиеттері құрылымы мен құрылысы және материалдардың сапасы мен құрылымын тексеретін заманауи әдістері беріледі.

Күтілетін нәтижелер: докторанттар қатты денелердің құрылымын және қасиеттерін зерттеп, талдап, қорытынды жасай алу керек.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

ESTT 2.2.2 Қатты денелердің электронды құрылымы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиты: FKS 2.1.1 Конденсирленген күй физикасы.

Пәнді оқыту мақсаты: докторанттарға мамандық бойынша оқытылатын, жоспарланған нәтижелерге сәйкес келетін пәннен күтілетін нәтижелерге жетуге көмектесу.

Қысқаша мазмұны: электрондық күйлердің тығыздығы. Электрондық күйлердің тығыздығын зерттеудің теориялық тәсілдері. Қатты денелердің электрондық құрылымын есептеудің бірэлектронды тәсілін қолдану сұлбасы. Металдардың электрондық құрылымын есептеуге бірэлектронды тәсілді қолдану. Иондық байланыс. Ван-дер-ваальс байланысы. Коваленттік байланыс. Металдық байланыс. Энергетикалық зоналар. Зоналар теориясы және өтулер. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.

Күтілетін нәтижелер: докторанттар шешілмеген мәселелерге әдеби шолу жасау біліктілігін көрсету керек, қатты дененің электронды құрылымымен байланысты іргелі немесе қолданбалы сипаты бар ғылыми мәселені өз бетінше тұжырымдай алу, қойылған мәселені шешудің тәсілдерін тауып, талдап, алынған нәтижелерді қажет түрде ұсынып және қорытынды жасай алу қажет.

Постреквизиттер: NED докторанттың ғылыми-зерттеу жұмысы.

XRDA 2.2.3 Рентгенқұрылымдық талдау – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: FKS 2.1.1 Конденсирленген күй физикасы, физикалық оптика, атомдық и ядролық физика, аналитикалық геометрия.

Пәнді оқыту мақсаты: рентгенқұрылымдық талдау әдісімен зерттелетін үлгілердің құрамы мен құрылымын анықтауды үйрету.

Қысқаша мазмұны: Рентгеноқұрлымдық талдау- дененің құрлымын зерттеудегі дифракциялық әдіс. Бұл әдіс негізінде рентген сәулелерінің үшөлшемді кристалл торына дифракциялануы жатыр. Элементар ұяшықтың кеңістіктегі тобын, оның өлшемі және пішінін қамтитын дененің атомдық құрлысын және кристаллдар тобы симметриясын анықтауға мүмкіндік береді

Күтілетін нәтижелер: докторанттар шешілмеген мәселелерге әдеби шолу жасау біліктілігін көрсету керек, қатты дененің электронды құрылымымен байланысты іргелі немесе қолданбалы сипаты бар ғылыми мәселені өз бетінше тұжырымдай алу, қойылған мәселені шешудің тәсілдерін тауып, талдап, алынған нәтижелерді қажет түрде ұсынып және қорытынды жасай алу қажет.

Постреквизиттер: NED докторанттың ғылыми-зерттеу жұмысы.

OSA 2.3.1 Жүйелік талдау негіздері – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: магистратура курсы, PhD дайындық бағдарлама курсы TSPC 1.1.1 «Термодинамика, статистикалық физика және физикалық кинетика».

Пәнді оқыту мақсаты: докторанттарда физика есептерінің ерекшеліктерін ескеріп ғылымның әртүрлі бөлімдері бойынша білімдерін жүйелеу қабілеттіліктерін, техникалық физиканың жаңа мәселелерін шешуге жүйелік талдау әдісін қолдану қабілеттіліктерін қалыптастыру.

Қысқаша мазмұны: Күрделі жүйелер үшін жүйелік талдау негіздері пәні– жалпы заңдылықтар біліміне негіз болады. Жүйелік талдау категорияны қарастыру байланыстар тағайындау және шешім қабылдау мәселесіне логикалық пен тізбектілік тұрғыдан қарау үшін негіз бола алады. Пәнді оқытудың міндеттері: қазіргі заманғы техникалық физиканың теориялық және практикалық міндеттерін шешудің жүйелік тұрғысын жасау. Талдау және реинжиниринг мәселелері әлеуметтік сферадағы жүйелік талдау, экономикадағы жүйелік талдау, жеке бизнес саласы мен білім саласында қарастырылады. Кластерлік жүйелерге қатысты кластерлік талдаулар мен сәйкестендіру жүргізіледі.

Күтілетін нәтижелер: заманауи ғылымның теориялық және практикалық мәселелерін шешуге жүйелік көзқарас қалыптастыру, күрделі құрылымдалған объекттерді зерттеу мәселелерін шешуге жалпы тәсілдер жүйесін жасау.

Постреквизиттер: ғылыми зерттеулерге арналған теориялық негіздер. PhD докторлық диссертацияға дайындық.

ASTZM2.3.2 Атомдық – күшті және туннельді зондтық микроскопия – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: KFIZ 2.2.1 Кристалдар физикасы

Пәнді оқыту мақсаты: қатты денелердің құрылымының және қалыптасу процестерінің мәнін, беттегі, беттік қабаттардағы және қатты дене көлеміндегі процестерді ашу.

Қысқаша мазмұны: Атомдық–күшті және туннельді зондтық микроскопия» – жоғары кеңістіктік үлкейтіп көрсету арқылы өткізгішті бет бедерін зерттеуге негізделген. Бүгінгі күні беттік физика және жұқа қабықшалар технологиясы саласында зондты микроскоптар әдісінсіз зертеулер жүрмейді.

Күтілетін нәтижелер: эксперименталды зерттеулер жүргізу және олардың нәтижелерін өңдеу біліктілігін және машығын қалыптастыру.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

МРЕМ 2.3.2 «Нанокұрылымды зерттеулердегі жарық беруші электрондық микроскопия әдістері» – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиттер: KFIZ 2.2.1 Кристалдар физикасы

Пәнді оқыту мақсаты: нанонысандардың ішкі құрылымдары жайында ақпараттар алу.

Қысқаша мазмұны: «Нанокұрылымды зерттеулердегі жарық беруші электрондық микроскопия әдістері» пәні қазіргі уақытта материалдарды зерттеудің ең тиімді және әмбабап әдісі болып табылады, және де көптеген жағдайларда нанонысандардың ішкі құрылымдары және бөлім шекарасының құрылымы жайындағы ақпарат алудың жалғыз ғана көзі болып табылады.

Күтілетін нәтижелер: эксперименталды зерттеулер жүргізу және олардың нәтижелерін өңдеу біліктілігін және машығын қалыптастыру.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

PPNN 3.1.1 Нанобөлшектер мен наноматериалдарды алу Процестері – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: Төменөлшемді құрылымдар физикасы.

Пәнді оқыту мақсаты: төменөлшемді құрылымдардың қалыптасу процестерінің мәнін, беттегі, беттік қабаттардағы процестерді ашу.

Қысқаша мазмұны: Нанобөлшектер мен наноматериалдарды алу процестері төмен өлшемді шалаөткізгішті жүйелердің электромагниттік сәулеленуімен әсерлесуін зерттейді. Шалаөткізгіштердің гетерокұрылымдары, сонымен қатар стационар және өтпелі режимдердегі кванттық нанокұрылымдардың сызықты және сызықсыз оптикалық қасиеттері қарастырылады. Зерттеу нысаны фотондық кристалдар, кванттық шұңқырлар, асқынторлар, кванттық нүктелер және металл нанобөлшектер. Элективті курста шалаөткізгіштік гетерокұрылымдар және кванттық нанокұрылымдардың сызықтық және сызықты емес оптикалық қасиеттері қарастырылады.

Күтілетін нәтижелер: теориялық және эксперименталды-практикалық мәселелерді шешу, нанобөлшектер мен наноматериалдар алудың әртүрлі тәсілдерінің жетістіктері мен кемшіліктерін талдау, нанообъекттер және наноматериалдарды синтездеудің рационал тәсілдерін таңдау біліктіліктері мен машықтарын қалыптастыру.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

PhLd 3.1.2 Төменөлшемді жүйелер физикасы және

технологиясы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: FKS 2.1.1 Конденсирленген күй физикасы.

Пәнді оқыту мақсаты: докторанттарда төменөлшемді құрылымдар физикасының негіздері жөнінде заманауи ғылыми түсініктер қалыптастыру, оларды алу жолдары және қолдану тәсілдерін үйрету.

Қысқаша мазмұны: Төменөлшемді жүйелер физикасы наноэлектроника, заманауи ақпараттық жүйелерді, оптоэлектроникалық қондырғылар мен құралдарды жасау үшін теориялық база болып табылады. Квазиөкілшемді-кванттық шұңқырлар, квазибірөлшемді-кванттық жіпшелер мен квазибірөлшемді-кванттық нүктелер қарастырылады, сонымен қатар өлшемді квантталу принципі мен квантты-өлшемді құбылыстардың байқалу шарттары, күй тығыздығы функциясының ерекшелігі мен кіші өлшемді жүйелердегі заряд тасушылардың статистикасы, кванттық шұңқырлардың оптикалық қасиеттері мен кинетикалық эффектілер қарастырылады.

Күтілетін нәтижелер: Төменөлшемді жүйелер физикасы және технологиясына қатысты теориялық және эксперименталды-практикалық мәселелерді шешу біліктіліктері мен машықтарын қалыптастыру.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

PGPO 3.1.3 Шалаөткізгіш гетероқұрылымдар және олардың негізінде жасалған аспаптар – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: PhLd 3.1.2 Төменөлшемді жүйелер физикасы және технологиясы.

Пәнді оқыту мақсаты: Докторанттарда екі өлшемді гетероқұрылымдардың қасиеттері мен түрлері, оларды алу жолдары және электроникада қолдану тәсілдері жөнінде заманауи ғылыми түсінік қалыптастыру. Заманауи өлшеу аппаратурасында эксперименталды зерттеулер жүргізу және олардың нәтижелерін өңдеу біліктілігі мен машығын қалыптастыру.

Қысқаша мазмұны: «Шалаөткізгіш гетероқұрылымдар және олардың негізінде жасалған аспаптар» пәні «Наноматериалдар және нанотехнологиялар» мамандығының «Наноэлектроника және микроэлектроника» мамандандыру PhD докторанттарының ғылыми-зерттеу қызметіне дайындау кезіндегі кәсіптік пән болып табылады. «Шалаөткізгіш гетероқұрылымдар және олардың негізінде жасалған аспаптар» пәні қаттыденелік гетероқұрылымдар түрлері жөнінде, оларды дайындау технологиялары және наноэлектроника мен оптоэлектроникада гетероқұрылымдарды қолдану жөнінде түсінік береді.

Күтілетін нәтижелер: Докторанттар үшін қаттыденелік гетероқұрылымдар қалыптастыру процестері және олардың физикалық қасиеттерінің мәні түсіндіріледі. Кванттық жіптер мен нүктелік гетероқұрылымдарды қарастыруға қатысты теориялық және эксперименталды-практикалық мәселелерді шешу біліктілігі мен машығын қалыптастыру.

Постреквизиттер: кәсіби және арнайы пәндер.

TMS 3.2.1 Мезоскопиялық жүйелер теориясы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: TSPC 1.1.1 «Термодинамика, статистикалық физика және физикалық кинетика».

Пәнді оқыту мақсаты: докторанттарды мезоскопиялық жүйелерді өлшемдері және қасиеттері бойынша микробөлшектер мен макроденелердің арасында аралық орын алатын жүйелер ретінде сипаттауға үйрету. Докторанттарды мезоскопиялық физиканы нанотехнологияның теориялық негізі ретінде қарастырып, техникалық физиканың жаңа мәселелерін шешу үшін алған білімдерін қолдану және реал объекттер жөнінде жаңа бағыттағы біліммен қамтамасыз ету.

Қысқаша мазмұны: Бұл курста массасы мен өлшемдеріне байланысты микробөлшектер мен макроденелер аралығында жататын реал денелердің қасиеттері қарастырылады. Осы жүйелердің ерекшелігі оларды сипаттау үшін фундаменталды заңдарды (Ньютонның қозғалыс заңы, Ом заңы, Кулон заңы, т.б.) қолдануға болмайды. Мезоскопиялық бөлшектер әрдайым жылулық қозғалыста болады және бір-бірімен әсерлеседі, бөлшектердің өлшемдері аз болғандықтан олардың арасындағы арақашықтықта өте аз болады, сондықтан олардың қозғалысын материалдық нүкте ретінде сипаттау мүмкін емес. Кішіөлшемдерге қарамастан мезоскопиялық бөлшектердің ішкі құрылымын ескеру қажет, яғни мезо бөлшектерді құрайтын құрылымдық элементтер (суббөлшектер) жылулық қозғалыста болады, соның әсерінен олар әсерлеседі. Мезо бөлшектерді материалдық нүкте моделі негізінде сипаттауға болатын микробөлшектерден (электрондар, атомдар, жай молекулалар) айырмашылығы бар. Кондактанс мысалында квантты мезоскопия қарастырылады.

Күтілетін нәтижелер: механикалық, жылулық, электромагниттік, оптикалық қасиеттерінің ерекшеліктері байқалатын мезоскопиялық жүйелерді зерттеуге қолданатын бірыңғай тәсілді табу, және де инженерлік практикада оларды қолдану жолдарын анықтау.

Постреквизиттер: PhD диссертациясын дайындау. Ғылыми зерттеулер және жаңа технологияларда және педагогикалық қызметте білімдерін қолдану практикасы.

FG 3.2.2 Фотовольттық генераторлар – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: FKS 2.1.1 Конденсирленген күй физикасы.

Пәнді оқыту мақсаты: фотовольттық генераторлар, олардың құрылысы және олардың негізінде энергия жинақтау әдісі жөнінде түсінік қалыптастыру.

Қысқаша мазмұны: Фотовольттық генератор бұл күн энергиясын генерациялайтын күн панелі. Олар күн радиациясын болдырмау үшін бірнеше, біріктірілген фотовольттық модулдерден құралады.

Күтілетін нәтижелер: докторанттар әртүрлі фотовольттық генераторлар, олардың жұмыс істеу принциптері және қолдану ерекшеліктері жөнінде білім алады.

Постреквизиттер: PhD диссертациясын дайындау. Ғылыми зерттеулер және

жаңа технологияларда және педагогикалық қызметте білімдерін қолдану практикасы.

AST 4.1.1 Аспан механикасы – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: магистратура.

Пәнді оқыту мақсаты: аспан механикасының физикалық негіздерімен танысу, аспан механикасының есептерін шығару тәсілдерін және негізгі физикалық заңдылықтарды білу.

Қысқаша мазмұны: аспан механикасының әдістері мен негізгі есептері жүйелі түрде келтірілген. Практикалық сабақтар мен жоғарғы дәрежеде оқылған дәріс көмегімен курс мақсатына жетеді. Сонымен қатар, бұл курс аспан механикасының негізгі мәселелері мен оны шешу әдістерін жете меңгеруге септігін тигізеді. Нәтижесінде студенттер астродинамиканың негіздерін, екі дене есебін, қозған және қозбаған қозғалыстардың негізгі қағидаларын білуі қажет. Астрофизика және астродинамикада маңызды рөл атқаратын екі дене есебіне ерекше көңіл бөлінген. Сонымен бірге аспан механикасының негізгі есептерін шешу әдістерін, математикалық аппараттарды меңгеруі тиіс.

Күтілетін нәтижелер: курсты оқу нәтижесінде докторанттар ұйытқыған және ұйытқымаған қозғалыс бойынша негізгі ережелерді, үш дене есебін және астродинамика негіздері туралы білу қажет.

Постреквизиттер: Ғылыми зерттеулер үшін теориялық негіздер. Докторлық диссертацияға дайындық.

ВУКА 4.1.2 Баллистика және ғарыш қондырғыларын басқару – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиты: Жер айналасындағы кеңістіктегі технологиялық процестер.

Пәнді оқыту мақсаты: докторанттарда ғарышқа ұшу динамикасы бойынша білімдерін жүйелеу және алған білімдерін механиканың жаңа мәселелерін шешуге қолдану қабілеттіліктерін қалыптастыру.

Қысқаша мазмұны: «Баллистика және ғарыштық аппараттарды басқару» пәні теориялық негіздерден және баллистиканың іс жүзіндегі мағыналы қолданбалы есептерінен және ғарыштық аппараттарды (ҒА) басқарудың жүйелі мазмұнынан тұрады. «Баллистика және ғарыштық аппараттарды басқару» пәні ғарышқа ұшу динамикасының әр түрлі саласындағы негізгі заңдылықтарының бастапқы білімі болып табылады. Бұл курста механиканың іргелі ұғымдары туралы терең түсініктер беріледі.

Күтілетін нәтижелер: докторанттар физика-техникалық мәселелерді шешуге жалпы тәсілдердің дұрыс жүйесін жасап, заманауи ғылымның теориялық және практикалық мәселелерін шешуге бірыңғай тәсіл қолданады.

Постреквизиттер: Ғылыми зерттеулер үшін теориялық негіздер. Докторлық диссертацияға дайындық.

ҮаҒҮаТ 5.1.1 Ядролық физика және ядролық технология – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: математикалық анализ, атом физикасы, кванттық механика.

Пәнді оқыту мақсаты: докторанттарға заманауи ғылыми әлемтану негізінде жатқан физиканың іргелі бөлімін оқу және физикалық ойлау машығын қалыптастыру. Алған теориялық білім және практикалық машықтар докторанттарға ядролық физика бойынша нақты физикалық мәселелерді қоя білу және шешімін табуға көмектеседі.

Қысқаша мазмұны: Бұл пәнде ядролық физика мен ядролық технологияға қатысты маңызды түсініктер, тұжырымдамалар мен сұрақтар қарастырылады. Заманауи физиканың қалыптасуына әсерін тигізетін көптеген шешуші тәжірибелер мен гипотезелар талқыланады. Атом ядросы мен нуклондардың қасиеті, ядролық реакция және радиоактивтілік құбылысы, ядроның бөлінуі және синтез, нуклондар мен антинуклондар физикасы, элементар бөлшектер мен кванттық хромодинамика қарастырылады.

Күтілетін нәтижелер: пәнді оқу нәтижесінде докторанттар ядролық физиканың негізгі ережелерін және түсініктер жүйесін игереді, ядролық физиканың әртүрлі мәселелерін шешу үшін қажетті білім алады, есеп шешуге қажет математикалық аппараттарды практика жүзінде қолдана алады.

Постреквизиттер: кәсіптік және арнайы пәндер.

СНД 5.1.2 Кванттық хромодинамика – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: Ядролық технологиялар және олардың қолданылуы.

Пәнді оқыту мақсаты: Кванттық хронодинамиканың түсініктер жүйесін және негізгі ережелерін игеру.

Қысқаша мазмұны: Кванттық хромодинамика – фундаменталды күш және күшті әсер теориясы болып табылады. Бұл теория кварктар мен глюондар арасындағы әсерлесуді сипаттайды. Әсерлесу нәтежиесінде адрондар (протон, нейтрон немесе пион) пайда болады.

Күтілетін нәтижелер: докторанттар кванттық хронодинамиканың негізгі ережелерін және түсініктер жүйесін игереді, әртүрлі мәселелерін шешу үшін қажетті білім алады, есеп шешуге қажет математикалық аппараттарды практика жүзінде қолдана алады.

Постреквизиттер: Ғылыми зерттеулер үшін теориялық негіздер. Докторлық диссертацияға дайындық.

ММКFIZ 6.1.1 Есептеуіш физиканың заманауи тәсілдері – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: Есептеуіш физика.

Пәнді оқыту мақсаты: есептеуіш физиканың классикалық және заманауи тәсілдерін игеру: талдау, алгебра және жуықтау теориясы есептерінің сандық тәсілдері, қарапайым дифференциал тендеулер үшін есептерді шешудің және дербес туындылардағы тендеулерге арналған есептерді шешудің сандық тәсілдері. Заманауи компьютерлерде бағдарламалық кешендер және алгоритмдер жасауға машықтандыру.

Қысқаша мазмұны: бейсызық теңдеулер және жүйелерді шешу: итерациялық әдістер; вариациялық тәсіл. Функцияның жуықтауы: ең жақсы жуықтаулар; интерполяциялау; сплайн-жуықтаулар. Сандық интегралдау: интерполяциялық квадратуралық формулалар; Гаусс түріндегі квадратуралық формулалар; еселік интегралдарды жуықтап есептеу. Интеграл теңдеулерді сандық шешу: екінші ретті Фредгольм және Вольтерр интеграл теңдеулерін шешу тәсілдері; жаңылыс есептерді шешу тәсілдері. Коши есептерін сандық шешу тәсілі: қатаң емес есептер; қатаң жүйелер. Қарапайым дифференциал теңдеулер үшін шектік есептерді шешу: Коши есебінің мәліметіне негізделген тәсілдер, вариациялық тәсілдер. Айырмалық сұлбалар теориясына кіріспе: айырмалық сұлбалар теориясының негізгі түсініктері; тұрақтылықты зерттеу тәсілдері. Стационар теңдеулер үшін айырмалық сұлбалар: сұлбалар және оларды жасау жолдары; күрделі пішінді аумақтардағы сандық тәсілдер. Стационар емес теңдеулер үшін айырмалық сұлбалар: бірөлшемді теңдеулер; көпөлшемді есептер. Монте-Карло тәсілдері.

Күтілетін нәтижелер: компьютерде орындалатын математикалық есептеулердің ерекшеліктерін, сандық тәсілдердің теориялық негіздерін білу. Ғылыми есептердің математикалық шешу алгоритмін жасай білу; сандық тәсілдерді жүзеге асыратын бағдарламалар жасау. Физикалық есептерді шешу үшін сандық тәсілдердің базалық құралдарын қолдану машықтарын игеру; кәсіби қызметінде сандық моделдерді жасау, талдау және қолдану.

Постреквизиттер: Ғылыми зерттеулер үшін теориялық негіздер. Докторлық диссертацияға дайындық.

КМ 6.1.2 Компьютерлік модельдеу – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: есептеуіш физика.

Пәнді оқыту мақсаты: докторанттарға компьютерде физика есептерін математикалық модельдеуге қажет сандық тәсілдер және есептеу алгоритмдері жөнінде жүйелік түсінік беру.

Қысқаша мазмұны: Сандық есептеулер жаңа өзін өзі танудың органикалық бөлігі болып табылады. Компьютердің есептеу қуатын қолдана білу кәсіби физик үшін маңызды. Курс материалы биринши курс докторанттарында есептеу машығын, компьютерде физикалық жүйелерді моделдеу үшін тікелей қолдану мысалында жетілдіруге бағытталған. Оған қазіргі есептеу физикасы арсеналынан ең аз деген сандық әдістер жиынтығы енген. Олардың әрқайсысы бастапқыда көрсетіледі (көбіне эвристикалық манерада), ал содан кейін классикалық, кванттық немесе статистикалық физика саласынан нетривиалды міндеттерді шешуге қолданылады. Бұл мысалдар университеттік жалпы және теориялық физика курс материалдарын кеңейту және тереңдету есебінен таңдалған: олар суреттеп отырған есептеу әдістеріне қарамастан біршама жеке қызығушылық көрсетеді.

Күтілетін нәтижелер: есептеу экспериментін жоспарлау және орындау технологиясын, математикалық физика есептерін шешудің сандық тәсілдерін білу. Тұтас орта динамикасы және көп бөлшекті жүйе есептерін шешудің

адекватты сандық тәсілдерін қолдана алу, есептеу экспериментін жүргізу және нәтижелерін түсіндіру.

Постреквизиттер: Ғылыми зерттеулер үшін теориялық негіздер. Докторлық диссертацияға дайындық.

ND 6.1.3 Бейсызықты динамика – 3 кредит, ECTS 5.

Пререквизиттер: заманауи физиканың негізгі принциптері.

Пәнді оқыту мақсаты: күрделі жүйе динамикасы, ашық жүйелердің өзіндік ұйымдасуының механизмі жөнінде түсінік беру, автотербелістердің пайда болу құбылысын, жүйеліліктен стохастикалық динамикаға өту, синхрондықтың орнауын, когерентті құрылымдардың пайда болуын сипаттау.

Қысқаша мазмұны: диссипативті жүйе түсінігі (ДЖ), ДЖ фазалық кеңістігі, ДЖ қозғалыс және көрініс теңдеуі. Траектория, қозғалмайтын нүкте және ДЖ циклы, инвариантты көптік, шекті көптік және ДЖ шекті циклы, аттрактор. ДЖ қозғалмайтын нүктелерінің тұрақтылығы, гиперболалық және гиперболалық емес қозғалмайтын нүктелер. Ляпунов бойынша траекторияның тұрақтылығы, асимптоталық тұрақтылық. Пуассон бойынша траекторияның тұрақтылығы. Лагранж бойынша траекторияның тұрақтылығы. Құрылымдық тұрақсыздық. Бифуркациялық диаграмма. Бифуркация көлемділігі. Центрлік көптүрлілік және бифуркацияны талдау. Қарапайым бифуркациялар («ер-түйін», «тұрақтылық алмасу», «шанышқы») және олардың қалыпты түрі. Андронов-Хопф бифуркациясы. Бифуркациялар тізбегі, хаосқа өту сценарийі. Жүйелі және ерекше нүктелер, қосарланған ерекше нүктелер, қайту нүктелері, түйіндес нүктелер, бифуркациялық диаграммадағы жоғары ретті ерекше нүктелер. Бифуркациялық шешімдердің тұрақтылығы және тұрақсыздығы, тұрақтылықтың ауысуы. Жетілмегендік теориясы және бифуркацияны жоятын оқшауланған шешімдер. Бифуркацияны жоятын оқшауланған шешімдердің тұрақтылығы. Буссинеск жуықтауындағы конвекция теңдеуі. Температура және қысымның теңмөлшерлі таралуы. Тепе-теңдік күйінің тұрақтылығын зерттеу. Тепе-теңдік күйінің аздаған стационар емес ауытқуларының негізгі теңдеулері. Релей, Прандтль және Грасхоф сандары. Шектік шарттары. Ауытқу күйінің нормаль модалары. Меншікті мәндерге есептер. Тұрақтылықтың жоғалу шарты, Релейдің критикалық саны. Конвективті ячейкалар. Конвективті валдар. Конвекция теңдеуі. Лоренц жүйесінің динамикасы: фазалық портрет, аттрактор.

Күтілетін нәтижелер: Өзіндік ұйымдасу процестері және оларды модельдеу жөнінде негізгі мәліметті, динамикалық жүйелердің базалық теңдеулерін білу, оларды талдау және шешімін табу тәсілдерін игеру. Динамикалық жүйелерде өтіп жатқан физикалық құбылыстарды анықтай білу. Жаңа мәселелерді қою және шешімін табу үшін алған білімді қолдану.

Постреквизиттер: Ғылыми зерттеулер үшін теориялық негіздер. Докторлық диссертацияға дайындық.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА**

КАТАЛОГ ЭЛЕКТИВНЫХ ДИСЦИПЛИН

6D072300 – ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Алматы 2014

КАТАЛОГ ЭЛЕКТИВНЫХ ДИСЦИПЛИН

6D072300 – Техническая физика

1 курс обучения

№	Наименование модуля	Цикл дисциплины	Код дисциплины	Наименование дисциплины	Кол-во кредитов	Семестр
23	Модуль статистической физики и термодинамики	БД	РКР 1.2.1	Физика кинетических явлений	3	1
24		БД	РТМЕ 1.2.2	Физика тепло-массообмена	3	1
25		БД	АТР 1.2.3	Прикладная теплофизика и техническая термодинамика	3	1
26	Модуль физики конденсированного состояния	БД	PCS 2.1.1	Физика конденсированного состояния	3	1
27		БД	СР 2.2.1	Кристаллофизика	3	1
28		БД	ESS 2.2.2	Электронная структура твёрдых тел	3	1
29		БД	XRDA 2.2.3	Рентгеноструктурный анализ	3	1
30		БД	BSA 2.3.1	Основы системного анализа	3	1
31		БД	AFTM 2.3.2	Атомно-силовая и туннельная зондовая микроскопии	3	1
32		БД	МРЕМ 7206.1	Методы просвечивающей электронной микроскопии в исследовании	3	1

				наноструктур		
33	Модуль физики низкоразмер- ных систем	ПД	PONN 3.1.1	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	3	2
34		ПД	PhLd 3.1.2	Физика и технология низкоразмерных систем	3	2
35		ПД	SGAB 3.1.3	Полупроводнико- вые гетероструктуры и приборы на их основе	3	2
36		ПД	TMS 3.2.1	Теория мезоскопических систем	3	2
37		ПД	FG 3.2.2	Фотовольтаические генераторы	3	2
38	Модуль профильной подготовки	ПД	SM 4.1.1	Небесная механика	3	2
39		ПД	BMCA 4.1.2	Баллистика и управление космическими аппаратами	3	2
40		ПД	Nucl 5.1.1	Ядерная физика и ядерная технология	3	2
41		ПД	CHD 5.1.2	Квантовая хромодинамика	3	2
42		ПД	MMCP 6.1.1	Современные методы вычислительной физики	3	2
43		ПД	KM 6.1.2	Компьютерное моделирование	3	2
44		ПД	ND 6.1.3	Нелинейная динамика	3	2

ФКУА 1.2.1 Физика кинетических явлений – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: курсы магистратуры, TSPC 1.1.1 «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика».

Цель изучения: ознакомление со многими явлениями, которые происходят в технологических устройствах, в природе. Изучить обобщенные способы описания различных явлений, на основе общего механизма образования таких явлений как явлений в неоднородных системах. Сформировать у докторантов способности применять полученные знания при формулировке и решении новых проблем технической физики.

Краткое содержание: дисциплина «Физика кинетических явлений» является важным этапом в изучении неоднородных систем. Кинетические явления существуют благодаря тепловому движению микрочастиц, а физика или физическая природа этих явлений и служит предметом изучения данного курса. В данном курсе рассматриваются явления, которые имеют место в реальных телах. Эти явления являются основой существующих и новых технологий. Изучение таких явлений в рамках одного курса позволяет выявить общий физический механизм, усвоить способы наблюдений и теоретического описания известных явлений и на этой основе предсказывать новые явления, которые могут использоваться при разработках новых технологий. Общность описания явлений обусловлена единым физическим механизмом, в основе которого лежат движения и взаимодействия структурных элементов

Ожидаемые результаты: изучить методы исследований неоднородных систем. Выработать единый подход к решению теоретических и практических задач современной науки, создать стройную систему общих подходов к решению физико-технических задач, овладеть методами современной науки, выработать навыки выявления новых процессов, пригодных для практического использования в технике.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка Докторской диссертации.

ФТМ 1.2.2 Физика тепло-массообмена – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: физика I Fiz(I)1203. Физика II Fiz(II)1204. Высшая математика I VM(I)1201. Высшая математика II VM(II)1202. Прикладная теплофизика PT22. Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика TSPC.

Цель изучения: ознакомление слушателей с обобщённой теорией тепломассообмена на основе взаимосвязанного изложения отдельных разделов термодинамики, статистической физики, механики сплошной среды и собственно теории тепломассообмена; феноменологическим и статистическим методами теории тепломассообмена, физической природой явлений теплообмена.

Краткое содержание: рассмотрены основные понятия, характеризующие термодинамические системы, кратко изложены начала термодинамики, теория потенциалов и основы химической термодинамики. Дан вывод макроскопических уравнений переноса на основе законов сохранения. Приведены краткие сведения из теории Больцмана, физические основы вывода кинетического уравнения, обсуждаются некоторые его свойства. Анализируется связь между уравнениями Больцмана и макроскопическими уравнениями переноса. В качестве примеров описаны методы расчёта коэффициентов переноса в газообразных, жидких и твёрдых телах.

Ожидаемые результаты: приобретение навыков и умений моделирования физических процессов на примере явлений тепломассообмена; проведения анализа сложных процессов, выявления главного; синтезирования положений и закономерностей разных взаимодополняющих разделов физической науки.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

РТТТ 1.2.3 Прикладная теплофизика и техническая термодинамика – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: физика I Fiz(I)1203. Физика II Fiz(II)1204. Высшая математика I VM(I)1201. Высшая математика II VM(II)1202. Прикладная теплофизика РТ22. Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика TSPC.

Цель изучения: изложение физических основ теплообмена, происходящего в теплоэнергетических установках, как единой теории переноса тепла, импульса и массы, объединяющей разделы механики сплошной среды, молекулярной физики, термодинамики и химии. Ознакомление на конкретных примерах с методами теплового расчёта теплофизических устройств, определения эффективности их работы.

Краткое содержание: курс объединяет в единое целое отдельные разделы термодинамики, физико-химической теории поверхностных явлений, химической технологии, теории теплообмена и аэродинамики. Приведены сравнительный анализ циклов тепловых двигателей, методы решения задач теплообмена. Описаны сложный теплообмен в промышленных установках, влияния массопереноса, продуктов химических превращений и реакций на теплообменные процессы. Рассматриваются отдельные прикладные вопросы, в частности, циклы прямого преобразования тепловой энергии в электроэнергию, теплопередача в теплообменниках, технология получения теплоносителей заданных параметров и связанные с использованием тепла экологические проблемы.

Ожидаемые результаты: формирование у слушателей умений и навыков формулирования цели изучения проблемы; использования основ термодинамики, химической кинетики, теплообмена для математического и физического моделирования тепловых процессов; оценки экологических последствий предлагаемого решения теплофизической задачи.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

FKS 2.1.1 Физика конденсированного состояния – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: прикладная физика твёрдого тела.

Цель изучения: раскрыть сущность процессов формирования и строения твёрдых тел, процессов на поверхности, в приповерхностных слоях и объёме твёрдых тел. Сформировать умения и навыки решения теоретических и экспериментально – практических задач, касающихся рассмотрения физики конденсированного состояния с позиций современных представлений.

Краткое содержание: физика конденсированного состояния является областью науки, формирующейся сегодня на основе последних достижений физики твёрдого тела, кристаллофизики, физики аморфных систем и физической химии. Её содержание определяется необходимостью установления фундаментальных закономерностей, определяющих физико-химические особенности формирования структур в конденсированном состоянии, их электронные, тепловые, магнитные и оптические свойства. Исследования в области физики конденсированного состояния позволяют целенаправленно формировать макро – и наноструктуры с заданными свойствами, представляющими фундаментальный интерес и широкие перспективы практического использования.

Ожидаемые результаты: у докторантов будут сформированы умения и навыки решения теоретических и экспериментально – практических задач, касающихся рассмотрения физики конденсированного состояния с позиций современных представлений.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

KFIZ 2.2.1 Кристаллофизика – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: Введение в материаловедение.

Цель изучения: научить определять физико-химические свойства материалов, структуру, состав, используя современные научные методы.

Краткое содержание: кристаллофизика – область знаний, охватывающая совокупность средств, способов и методов научной и инженерной деятельности по разработке новых и улучшению существующих материалов, их получения и обработки; разработку, применение и развитие методов исследования, контроля и управления качеством материалов по их составу, структуре и свойствам. В элективном курсе «Кристаллофизика» рассматриваются физико-химические свойства материалов, структура, состав, а также современные методы контроля качества и состава материалов.

Ожидаемые результаты: докторанты должны уметь исследовать и анализировать структуру и свойства твёрдых тел и делать выводы.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

ESTT 2.2.2 Электронная структура твёрдых тел – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: FKS 2.1.1 Физика конденсированного состояния.

Цель изучения: содействие докторантам в достижении ими ожидаемых результатов обучения по дисциплине, которые соответствуют планируемым результатам обучения по специальности.

Краткое содержание: плотность электронных состояний. Теоретические методы исследования плотности электронных состояний. Схема применения одноэлектронных методов расчёта электронной структуры твёрдых тел. Применение одноэлектронных методов к расчёту электронной структуры металлов. Ионная связь. Ван-дер-ваальсова связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Энергетические зоны. Зонная теория и переходы. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.

Ожидаемые результаты: докторанты должны демонстрировать умение проводить литературный обзор нерешённых проблем, самостоятельно формулировать научную задачу фундаментального или прикладного характера, связанных с электронной структурой твёрдых тел, находить методы решения поставленных задач, анализировать и представлять в необходимой форме полученные результаты и делать выводы.

Постреквизиты: NED Научно-исследовательская работа докторанта.

RA 2.2.3 Рентгеноструктурный анализ – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: FKS 2.1.1 Физика конденсированного состояния, физическая оптика, атомная и ядерная физика, аналитическая геометрия.

Цель изучения: научить определять состав и структуру исследуемых образцов методом рентгеноструктурного анализа.

Краткое содержание: рентгеноструктурный анализ — один из дифракционных методов исследования структуры вещества. В основе данного метода лежит явление дифракции рентгеновских лучей на трёхмерной кристаллической решётке. Позволяет определять атомную структуру вещества, включающую в себя пространственную группу элементарной ячейки, её размеры и форму, а также определить группу симметрии кристалла.

Ожидаемые результаты: докторанты должны демонстрировать умение проводить литературный обзор нерешённых проблем, самостоятельно формулировать научную задачу фундаментального или прикладного характера, связанных с электронной структурой твёрдых тел.

Постреквизиты: NED Научно-исследовательская работа докторанта.

OSA 2.3.1 Основы системного анализа – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: курсы магистратуры, курс программы подготовки PhD TSPC 1.1.1 «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика».

Цель изучения: формирование у докторантов способностей систематизации знаний по различным разделам науки с учётом особенностей задач физики, способностей использования методов системного анализа к решению новых проблем технической физики.

Краткое содержание: дисциплина «Основы системного анализа» служит основой знаний общих закономерностей для сложных систем. Рассмотрение категорий системного анализа создаёт основу для логического и последовательного подхода к проблеме установления связей и принятия решений. Задачи изучения дисциплины: выработать системный подход к решению теоретических и практических задач современной технической физики. Рассматриваются также проблемы анализа, системный анализ в социальной сфере, системный анализ в экономике, в сфере частного бизнеса, в образовании. Применительно к кластерным системам в физике системный анализ проводится в сочетании с кластерным анализом сложных слабоструктурированных систем.

Ожидаемые результаты: выработать системный подход к решению теоретических и практических задач современной науки, создать стройную систему общих подходов к решению проблем изучения сложных структурированных объектов.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка Докторской диссертации PhD.

ASTZM2.3.2 Атомно-силовая и туннельная зондовая микроскопии – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: KFIZ 2.2.1 Кристаллофизика

Цель изучения: раскрыть сущность процессов формирования и строения твёрдых тел, процессов на поверхности, в приповерхностных слоях и объёме твёрдых тел.

Краткое содержание: дисциплина «Атомно-силовая и туннельная зондовая микроскопия» предназначена для измерения рельефа проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением. В настоящее время практически ни одно исследование в области физики поверхности и тонкоплёночных технологий не обходится без применения методов зондовой микроскопии.

Ожидаемые результаты: сформировать умения и навыки проведения экспериментальных исследований и обработки их результатов.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

МРЕМ 7206.1 Методы просвечивающей электронной микроскопии в исследовании наноструктур – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: KFIZ 2.2.1 Кристаллофизика

Цель изучения: Развитие представлений о методах исследования нанообъектов и наноматериалов с помощью сканирующей электронной микроскопии, а также ознакомление возможностями и ограничениями этих методов.

Краткое содержание: Просвечивающая электронная микроскопия в последние несколько лет стала наиболее мощным средством для исследования структуры, физических и химических особенностей материалов нанoeлектроники. Задачами дисциплины являются: ознакомление с лежащими в основе сканирующей электронной микроскопии; обзор основных методов сканирующей электронной микроскопии, применяемых для исследования наноматериалов и нанообъектов; ознакомление с современными достижениями и тенденциями развития сканирующей электронной микроскопии в мире.

Ожидаемые результаты: сформировать умения и навыки проведения экспериментальных исследований и обработки их результатов.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

PPNN 3.1.1 Процессы получения наночастиц и наноматериалов – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: Физика структур пониженной размерности.

Цель изучения: раскрыть сущность процессов формирования низкоразмерных структур, процессов на поверхности и в приповерхностных слоях.

Краткое содержание: дисциплина «Процессы получение наночастиц и наноматериалов» даёт представление о синтезе и анализа морфологии, структуры химического и фазового состава наноматериалов, позволяет приобрести знания о химических, физических и биологических методах синтеза наноструктур и наноматериалов, о способах контролируемого роста для получения наноструктур требуемого размера и формы, о методах синтеза плёнок и покрытий, массивных наноструктурированных и микропористых материалов, о стабилизации дисперсий наночастиц и самоорганизации наноструктур в плёнках и объёмных структурах.

Ожидаемые результаты: сформировать умения и навыки решения теоретических и экспериментально – практических задач, анализировать достоинства и недостатки различных методов получения наночастиц и наноматериалов, выбирать рациональные методы синтеза нанообъектов и наноматериалов.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

PhLd 3.1.2 Физика и технология низкоразмерных систем – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: FKS 2.1.1 Физика конденсированного состояния.

Цель изучения: сформировать у докторантов современное научное представление об основах физики низкоразмерных структур, способах их получения и методах использования.

Краткое содержание: физика низкоразмерных систем является теоретической базой для разработки приборов и устройств оптоэлектроники, наноэлектроники, информационных систем нового поколения. Рассматриваются квазидвумерные-квантовые ямы, квазиодномерные и квантовые нити и квазинульмерные квантовые точки, принцип размерного квантования и условия наблюдения квантово-размерных явлений, а также особенности функции плотности состояний и статистики носителей заряда в низкоразмерных системах, оптические свойства квантовых ям и кинетические эффекты.

Ожидаемые результаты: сформировать умения и навыки решения теоретических и экспериментально – практических задач, касающихся физики и технологии низкоразмерных систем.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

PGPO 3.1.3 Полупроводниковые гетероструктуры и приборы на их основе – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: PhLd 3.1.2 Физика и технология низкоразмерных систем.

Цель изучения: сформировать у докторантов современное научное представление о типах и свойствах двойных гетероструктур, способах их получения и методах применения в электронике. Сформировать умение и навыки проведения экспериментальных исследований на современной измерительной аппаратуре и обработки их результатов.

Краткое содержание: дисциплина «Полупроводниковые гетероструктуры и приборы на их основе» является профилирующей дисциплиной при подготовке к научно – исследовательской деятельности докторантов Ph.D специальности «Наноматериалы и нанотехнологии», специализация «наноэлектроника и микроэлектроника». Дисциплина «Полупроводниковые гетероструктуры и приборы на их основе» даёт представление о типах твёрдотельных гетероструктур, технологии их изготовления и применении гетероструктур в приборах наноэлектроники и оптоэлектроники.

Ожидаемые результаты: для докторантов будет раскрыта сущность процессов формирования твёрдотельных гетероструктур и их физические свойства. Сформировать умения и навыки решения теоретических и экспериментально – практических задач, касающихся рассмотрения гетероструктур с квантовыми проволоками и точками.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

TMS 3.2.1 Теория мезоскопических систем – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: TSPC 1.1.1 «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика».

Цель изучения: формирование у докторантов единого подхода к описанию мезоскопических систем как систем, занимающих промежуточное положение между микрочастицами и макротелами по размерам и по свойствам. Снабдить докторантов знаниями о новом направлении науки о реальных объектах и применении этих знаний к решению новых проблем технической физики, рассматривая мезоскопическую физику в качестве теоретической основы нанотехнологий.

Краткое содержание: в данном курсе изучаются свойства реальных тел по размерам и массе, занимающих промежуточные положения между микрочастицами и макротелами. Особенностью систем, состоящих из мезоскопических частиц, является то, что для их описания неприменимы такие фундаментальные законы как закон движения Ньютона, закон Ома, закон Кулона и т. д. Мезоскопические частицы находятся в тепловом движении, они взаимодействуют между собой, и особенности их поведения невозможно описать на основе модели уединённой материальной точки. Несмотря на малый размер необходимо учитывать внутреннюю структуру мезоскопических частиц и тот факт, что структурные элементы (субчастицы), из которых состоят мезочастицы, находятся в тепловом движении. Мезоскопические системы отличаются от микрочастиц, таких как электроны, атомы, простые молекулы, поведение которых принято описывать на основе модели материальной точки. На примере кондактанса рассматривается квантовая мезоскопика.

Ожидаемые результаты: выработка единого подхода к исследованиям мезоскопических систем, в которых проявляются особенности механических, тепловых, электромагнитных и оптических свойств и определение путей использования их в инженерной практике с учётом того, что мезоскопическая физика является теоретической основой нанотехнологий.

Постреквизиты: подготовка диссертации PhD. Научные исследования и практика использования знаний в новых технологиях и в педагогической деятельности.

FG 3.2.2 Фотовольтаические генераторы – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: FKS 2.1.1 Физика конденсированного состояния.

Цель изучения: сформировать представление о фотовольтаических генераторах, их конструкции и способе аккумулирования энергии на их основе.

Краткое содержание: фотовольтаический генератор - это солнечные панели, использующиеся для генераций солнечной энергии. Они формируются несколькими фотовольтаическими модулями, объединёнными для утилизации солнечной радиации.

Ожидаемые результаты: докторанты получают знания о различных фотовольтаических генераторах, принципах их работы и особенностях эксплуатации.

Постреквизиты: подготовка диссертации PhD. Научные исследования и практика использования знаний в новых технологиях и в педагогической деятельности.

AST 4.1.1 Небесная механика – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: магистратура.

Цель изучения: ознакомление с физическими основами небесной механики, знание

основных физических закономерностей и методов решения задач небесной механики.

Краткое содержание: дисциплина «Небесная механика» содержит систематизированное изложение основных задач и методов небесной механики. Цель курса достигается путём чтения лекций, проведения семинарских занятий. Данный спецкурс призван дать докторантам представление об основных задачах и методах небесной механики. Особое внимание уделяется ограниченной задаче трёх тел, имеющей широкие приложения в астрономии, астрофизике и астродинамике. В результате изучения курса студенты должны овладеть данным математическим аппаратом, методами решения задач, знать основные задачи и методы небесной механики.

Ожидаемые результаты: в результате изучения курса докторанты должны знать основные положения по невозмущённому и возмущённому движению, по задаче трёх тел, основы астродинамики.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка Докторской диссертации.

ВУКА 4.1.2 Баллистика и управление космическими аппаратами – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: Технологические процессы в околоземном простр.

Цель изучения: формирование у докторантов способностей систематизации знаний по динамике космического полёта и применений этих знаний к решению новых проблем механики.

Краткое содержание: Дисциплина «Баллистика и управление космическими аппаратами» является основой теоретической подготовки к научно – исследовательской деятельности докторантов Ph.D специальности «Техническая физика». Дисциплина «Баллистика и управление космическими аппаратами» служит основой знаний основных закономерностей процессов в различных областях динамики космического полёта. В данном курсе даются углублённые знания о фундаментальных понятиях механики. Дисциплина состоит из разделов: орбитальное движение КА, определение орбит КА, маневрирование КА, спутниковая навигация, снижение и посадка КА.

Ожидаемые результаты: у докторантов будет выработан единый подход к решению теоретических и практических задач современной науки путём создания стройной системы общих подходов к решению физико-технических задач, овладения методами современной науки и навыками выявления новых процессов, пригодных для практического использования.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка Докторской диссертации.

УаFYаТ 5.1.1 Ядерная физика и ядерная технология – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: математический анализ, атомная физика, квантовая механика.

Цель изучения: изучение фундаментального раздела физики, лежащего в основе современного научного миропонимания и формировании у студентов навыков физического мышления. Приобретенные теоретические знания и практические навыки позволят студентам самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи по ядерной физике.

Краткое содержание: в данной дисциплине излагаются важные понятия, положения и вопросы, относящиеся к ядерной физике и ядерной технологии. Обсуждаются многие решающие эксперименты и гипотезы, приведшие к становлению современной физики. Рассматриваются свойства атомных ядер и нуклонов, явление радиоактивности и ядерные реакции, деление и синтез ядра, физика нуклонов и антинуклонов, элементарные частицы и квантовая хромодинамика.

Ожидаемые результаты: в результате изучения дисциплины докторанты должны овладеть системой понятий и основных положений ядерной физики, получить знания,

необходимые для решения различных задач ядерной физики, научиться практически применять соответствующий математический аппарат к решению задач.

Постреквизиты: профессиональные и специальные дисциплины.

КХ 5.1.2 Квантовая хромодинамика – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: Ядерные технологии и их применение.

Цель изучения: овладеть системой понятий и основных положений квантовой хромодинамики.

Краткое содержание: квантовая хромодинамика (КХД) – теория сильного взаимодействия, фундаментальной силы, описывающая взаимодействие между кварками и глюонами, в результате которого рождаются адроны такие, как протон, нейтрон или пион.

Ожидаемые результаты: дать докторантам знания, необходимые для решения различных задач квантовой хромодинамики, научиться практически применять соответствующий математический аппарат к решению задач.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка Докторской диссертации.

ММКFIZH 6.1.1 Современные методы вычислительной физики – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: вычислительная физика.

Цель изучения: освоение классических и современных методов вычислительной физики: численных методов задач анализа, алгебры и теории приближений, численных методов решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и задач для уравнений в частных производных, а также обучение навыкам в разработке алгоритмов и программных комплексов на современных компьютерах.

Краткое содержание: решение нелинейных уравнений и систем: итерационные методы; вариационный подход. Приближение функций: наилучшие приближения; интерполирование; сплайн-приближения. Численное интегрирование: интерполяционные квадратурные формулы; квадратурные формулы типа Гаусса; приближенное вычисление кратных интегралов. Численное решение интегральных уравнений: методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра второго рода; методы решения некорректных задач. Методы численного решения задачи Коши: нежесткие задачи; жесткие системы. Решение граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений: методы, основанные на сведении к задаче Коши; вариационные методы; сеточные методы. Введение в теорию разностных схем: основные понятия теории разностных схем; методы исследования устойчивости. Разностные схемы для стационарных уравнений: схемы и способы их построения; методы решения сеточных уравнений; численные методы в областях сложной формы. Разностные схемы для нестационарных уравнений: одномерные уравнения; многомерные задачи. Методы Монте-Карло.

Ожидаемые результаты: знать особенности математических вычислений, реализуемых на компьютере, теоретические основы численных методов. Уметь строить алгоритмы математического решения научных задач; разрабатывать программы, реализующие численные методы. Владеть навыками применения базового инструментария численных методов для решения физических задач; методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка докторской диссертации.

КМ 6.1.2 Компьютерное моделирование – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: вычислительная физика.

Цель изучения: дать обучающимся систематическое представление о численных методах и вычислительных алгоритмах, необходимое в математическом моделировании физических задач на компьютере.

Краткое содержание: численные расчёты являются органической частью современного естествознания, и умение эффективно применять вычислительную мощь компьютера особенно важно для профессионального физика. Материал курса нацелен на совершенствование вычислительных навыков докторантов первого года обучения на примерах прямого использования компьютера для моделирования физических систем. В него включён минимальный набор численных методов из арсенала современной вычислительной физики. Каждый из них вначале излагается (зачастую в эвристической манере), а затем применяется к решению нетривиальной задачи из области классической, квантовой или статистической физики. Эти примеры подобраны с расчётом расширить и углубить материал университетских курсов общей и теоретической физики; они также представляют значительный собственный интерес независимо от вычислительных методов, которые они иллюстрируют.

Ожидаемые результаты: знать технологию планирования и постановки вычислительного эксперимента, методы численного решения задач математической физики. Уметь применять адекватные численные методы для решения задач динамики сплошной среды и систем многих частиц, проводить вычислительный эксперимент и интерпретировать его результаты.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка докторской диссертации.

ND 6.1.3 Нелинейная динамика – 3 кредита, ECTS 5.

Пререквизиты: основные принципы современной физики.

Цель изучения: дать представление о динамике сложных систем, механизмах самоорганизации открытых систем, описать явления возникновения автоколебаний, перехода от регулярной к стохастической динамике, установления синхронизации, появления когерентных структур.

Краткое содержание: понятие диссипативной системы (ДС), фазовое пространство ДС, уравнение движения и отображения ДС. Траектория, неподвижная точка и цикл ДС, инвариантное множество, предельное множество и предельный цикл ДС, аттрактор, репеллер, седловое множество ДС. Устойчивость неподвижных точек ДС, гиперболические и негиперболические неподвижные точки. Устойчивость траектории по Ляпунову, асимптотическая устойчивость. Устойчивость траектории по Пуассону. Устойчивость траектории по Лагранжу. Структурная неустойчивость. Бифуркационная диаграмма. Коразмерность бифуркации. Центральное многообразие и анализ бифуркаций. Простейшие бифуркации («седло-узел», «обмен устойчивости», «вилка») и их нормальные формы. Бифуркация Андронова-Хопфа. Цепочки бифуркаций, сценарии перехода к хаосу. Регулярные и особые точки, двойные особые точки, точки возврата, сопряженные точки, особые точки высокого порядка на бифуркационной диаграмме. Устойчивость и неустойчивость бифуркационных решений, смена устойчивости. Теория несовершенств и изолированные решения, разрушающие бифуркацию. Устойчивость изолированных решений, разрушающих бифуркацию. Уравнения конвекции в приближении Буссинеска. Равновесное распределение температуры и давления. Исследование устойчивости равновесного состояния. Основные уравнения малых нестационарных возмущений состояния равновесия. Числа Релея, Прандтля и Грасхофа. Граничные условия. Нормальные моды возмущенного состояния. Задача на собственные значения. Условие потери устойчивости, критическое число Релея. Конвективные ячейки. Конвективные валы. Уравнения конвекции. Конвективные валы. Решение уравнений конвекции вязкой

несжимаемой жидкости методом Бубнова-Галеркина. Система Лоренца. Примеры систем, описываемых уравнениями Лоренца (конвекция жидкости в замкнутой петле, водяное колесо, односторонний лазер). Динамика системы Лоренца: фазовый портрет, аттрактор, неподвижные точки и их устойчивость, бифуркации и переход к хаосу.

Ожидаемые результаты: знать основные сведения о процессах самоорганизации, их моделировании, базовые уравнения динамических систем, владеть методами их анализа и решения. Уметь определить физические явления, происходящие в динамических системах. Быть способным определять пути применения полученных знаний для постановки и решения новых задач.

Постреквизиты: теоретические основы для научных исследований. Подготовка докторской диссертации.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
K.I. SATPAYEV KAZAKH NATIONAL RESEARCH TECHNICAL UNIVERSITY

Catalogue of elective disciplines

6D072300 – Applied Physics

Almaty 2014

CATALOGUE OF ELECTIVE DISCIPLINES

6D072300 – Applied Physics

Course 1

SN	Module name	Discipline cycle	Discipline code	Discipline name	Number of credits	Semester
45	Module of statistical physics and thermodynamics	BD	PKP 1.2.1	Physics of kinetic phenomena	3	1
46		BD	PTME 1.2.2	Heat and mass transfer physics	3	1
47		BD	ATP 1.2.3	Applied thermal physics and Engineering thermodynamics	3	1
48	Module of condensed state physics	BD	PCS 2.1.1	Condensed state physics	3	1
49		BD	CP 2.2.1	Crystal physics	3	1
50		BD	ESS 2.2.2	Electronic Structure of Solids	3	1
51		BD	XRDA 2.2.3	X-ray structural analysis	3	1
52		BD	BSA 2.3.1	Fundamentals of systems analysis	3	1
53		BD	AFTM 2.3.2	Atomic force and tunneling probe microscopy	3	1
54		BD	MPEM 7206.1	Techniques for transmission electron microscopy in the	3	1

				study of nanostructures		
55	Module of physics of low-dimensional systems	PD	PONN 3.1.1	Processes of producing nanoparticles and nanomaterials	3	2
56		PD	PhLd 3.1.2	Physics and technology of low-dimensional systems	3	2
57		PD	SGAB 3.1.3	Semiconductor heterostructures and devices on their basis	3	2
58		PD	TMS 3.2.1	Theory of mesoscopic systems	3	2
59		PD	FG 3.2.2	Photovoltaic generators	3	2
60	Module of profile preparation	PD	SM 4.1.1	Celestial mechanics	3	2
61		PD	BMCA 4.1.2	Ballistics and spacecraft control	3	2
62		PD	Nucl 5.1.1	Nuclear physics and nuclear technology	3	2
63		PD	CHD 5.1.2	Quantum chromodynamics	3	2
64		PD	MMCP 6.1.1	Present-day methods of computational physics	3	2
65		PD	KM 6.1.2	Computer simulation	3	2
66		PD	ND 6.1.3	Nonlinear dynamics	3	2

PKP 1.2.1 Physics of Kinetic Phenomena – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: postgraduate education, TSPC 1.1.1 “Thermodynamics, Statistical physics, and Physical kinetics”

Learning objective: acquaintance with many of the phenomena that occur in the technological devices and in nature. Examine the generalized methods used to describe various phenomena, on basis of the common mechanism for such phenomena as the phenomena in inhomogeneous systems. Generate the doctoral candidates' ability to apply acquired knowledge in the formulation and solution of new problems in applied physics.

Summary: Discipline "Physics of Kinetic Phenomena" is an important stage in the study of inhomogeneous systems. Kinetic phenomena exist due to the thermal motion of microparticles, and physics or physical nature of these phenomena is the subject matter of this course. This course discusses the phenomena that take place in real bodies. These phenomena are the basis of existing and innovative technologies. The study of such phenomena within the limits of one course allows identifying the common physical mechanism, mastering methods of observation and theoretical description of known phenomena, and on this basis to predict new phenomena, which could be used in the development of new technologies. Generality of the description for phenomena is determined by a single physical mechanism, which is based on the motions and interactions of structural elements.

Expected outcomes: Study the research techniques for inhomogeneous systems. Develop a unified approach to the solution of theoretical and practical problems of modern science, create a well-composed system of common approaches to the physical and technical challenges, master the methods of present-day science, gain the skills to identify new processes that are suitable for practical use in the technology.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.

PTME 1.2.2 Heat and Mass Transfer Physics – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Physics I Fiz(I)1203. Physics II Fiz(II)1204. Higher mathematics I VM(I)1201. Higher mathematics II VM(II)1202. Applied thermal physics PT22. Thermodynamics, Statistical physics and Physical kinetics TSPC.

Learning objective: Acquaint students with the generalized theory of heat and mass transfer on the basis of the interconnected report on separate sections of the thermodynamics, statistical physics, continuum mechanics and theory of heat and mass transfer proper; phenomenological and statistical methods of the theory of heat and mass transfer, physical nature of the heat transfer phenomena.

Summary: Basic concepts that characterize the thermodynamic systems are discussed, laws of thermodynamics, potential theory and fundamentals of chemical thermodynamics summarized. Derivation of the macroscopic transport equations

on the basis of conservation laws is described. Brief summary of Boltzmann's theory, physical basis for derivation of the kinetic equation are given, some of its properties discussed. Relationship between the Boltzmann equations and macroscopic transport equations is analyzed. Methods of calculating transport coefficients in gases, liquids and solids are described as examples.

Expected outcomes: Acquisition of skills and abilities of simulating physical processes using the example of heat and mass transfer phenomena; analyzing complex processes, identifying the main; synthesizing provisions and regularities of different mutually complementary sections of physical science.

Postrequisites: Professional and special disciplines

ATP 1.2.3 Applied Thermal Physics and Engineering Thermodynamics

– 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Physics I Fiz(I)1203. Physics II Fiz(II)1204. Higher mathematics I VM(I)1201. Higher mathematics II VM(II)1202. Applied thermal physics PT22. Thermodynamics, Statistical physics and Physical kinetics TSPC.

Learning objective: Presentation of the physical foundations of heat and mass transfer occurring in the thermal power plants, as a single theory of heat, momentum and mass transfer, combining the sections of continuum mechanics, molecular physics, thermodynamics and chemistry. Acquaintance by the specific examples with the methods for thermal design of the thermophysical devices, determination of their operating effectiveness.

Summary: Course integrates the separate sections of thermodynamics, physico-chemical theory of surface phenomena, chemical engineering, heat transfer theory and aerodynamics. Comparative analysis of heat engines cycles, methods for solving heat transfer problems are involved. Complex heat transfer in industrial plants, effect of mass transfer, products of chemical transformations and reactions on the heat exchange processes are described. Selected application issues, in particular, direct conversion cycles of thermal energy into electrical energy, heat transfer in heat exchangers, technology for obtaining heat carriers with predetermined parameters and associated with heat utilization environmental problems are discussed.

Expected outcomes: Formation of the students' skills and abilities in formulating the purpose of studying the problem; use of foundations of thermodynamics, chemical kinetics, heat and mass transfer in the mathematical and physical simulation of thermal processes; environmental impact assessment of the proposed solution for the thermophysical problem.

Postrequisites: Professional and special disciplines

PCS 2.1.1 Condensed State Physics – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Applied Solid State Physics

Learning objective: Reveal the essence of formation processes and solid structure, processes on the surface, in the near-surface layers, and volume of solids. Develop skills and abilities to solve theoretical and experimental-practical problems relating to the consideration of solid state physics from the standpoint of the current ideas.

Summary: Condensed State Physics is the field of science, currently emerging on basis of the latest achievements in solid state physics, crystal physics, physics of amorphous systems and physical chemistry. Its content is governed by the need to establish the fundamental regularities that determine the physical and chemical characteristics of the structure formation in the condensed state, their electronic, thermal, magnetic, and optical properties. Research in the field of condensed state physics allow purposefully form the macro- and nanostructures with the prescribed properties of fundamental interest and broad prospects for practical use.

Expected outcomes: Skills and abilities to solve theoretical and experimental-practical problems relating to the consideration of solid state physics from the standpoint of current ideas will be developed in the doctoral candidates.

Postrequisites: Professional and special disciplines

CP 2.2.1 Crystal Physics – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Introduction to Materials Science

Learning objective: Learn how to identify the physicochemical properties of materials, structure, composition, using modern scientific methods.

Summary: Crystal Physics is a field of knowledge, encompassing a set of tools, techniques and methods of scientific and engineering work on the development of new and improvement of existing materials, their production and processing; preparation, implementation and development of methods for analysis, quality control and management of materials in their composition, structure and properties. The elective course “Crystal Physics” discusses the physicochemical properties of materials, their structure and composition, as well as advanced techniques for control of quality and composition of materials.

Expected outcomes: Doctoral candidates should be able to examine and analyze the structure and properties of solids and draw the conclusions.

Postrequisites: Professional and special disciplines

ESS 2.2.2 Electronic Structure of Solids – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: PCS 2.1.1 Condensed State Physics.

Learning objective: Assistance to the doctoral candidates in achieving expected learning outcomes in the discipline which correspond to the planned learning outcomes in the specialty.

Summary: Density of electronic states. Theoretical methods for studying the density of electronic states. Scheme of the single-electron method application for calculating electronic structure of solids. Use of single-electron methods for calculating metal electronic structure. Ionic bond. Van-der-Waals bond. Covalent bond. Metallic bond. Energy bands. Band theory and transitions. Diamagnetism. Paramagnetism. Ferromagnetism.

Expected outcomes: Doctoral candidates should demonstrate the ability to carry out a literature review of unsolved problems, independently formulate the scientific problem of fundamental or applied character related to the electronic structure of solids, find methods of solving the assigned tasks, analyze the findings and present them in the required form and draw conclusions.

Postrequisites: Doctoral candidate's research work.

XRDA 2.2.3 X-ray Structural Analysis – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: PCS 2.1.1 Condensed State Physics, Physical Optics, Atomic and Nuclear Physics, Analytical Geometry

Learning objective: Learn to identify the composition and structure of the investigated samples using X-ray structural analysis.

Summary: X-ray structural analysis is one of the diffraction methods for studying the structure of matter. This method is based on the phenomenon of X-ray diffraction on a three-dimensional crystal lattice. It allows determining the atomic structure of matter, including the space group of the unit cell, its size and shape, as well as establishing a group of crystal symmetry.

Expected outcomes: Doctoral candidates should demonstrate the ability to carry out a literature review of unsolved problems, independently formulate the scientific problem of fundamental or applied character related to the electronic structure of solids.

Postrequisites: Doctoral candidate's research work.

BSA 2.3.1 Fundamentals of Systems Analysis – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Postgraduate courses, course of training program PhD TSPC 1.1.1 Thermodynamics, Statistical physics and Physical kinetics

Learning objective: Formation of the doctoral candidates' abilities in the knowledge systematization in various scientific fields, taking into account the distinctive features of physical problems, abilities to apply the systems analysis techniques for solving the new problems of applied physics.

Summary: Discipline “Fundamentals of Systems Analysis” serves as the basis for knowledge of the general regularities for complex systems. Consideration of system analysis categories forms the basis for a logical and coherent approach to the problem of communication and decision-making. Task on the discipline: to develop a systematic approach to solving theoretical and practical problems of modern applied physics. Problems of analysis, systems analysis in the social sphere, systems analysis in the economy, private businesses, and education are discussed. With regard to cluster systems in the physics, the system analysis is carried out in conjunction with the cluster analysis of complex semi-structured systems.

Expected outcomes: Develop a systematic approach to solving theoretical and practical problems of modern science, and create a well-composed system of common approaches to solving problems of studying complex structured objects.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.

AFTM 2.3.2 Atomic Force and Tunneling Probe Microscopy – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: CP 2.2.1 Crystal Physics

Learning objective: Reveal the essence of the formation processes and structure of solids, processes on the surface, in the near-surface layers and in the volume of solids.

Summary: Discipline “Atomic force and tunneling probe microscopy” is intended to measure the topography of conductive surfaces with high spatial resolution. Currently, practically none of the studies in the surface physics and thin-film technology is carried out without the use of probe microscopy methods.

Expected outcomes: Generate skills and abilities of performing experimental studies and processing their data.

Postrequisites: Professional and special disciplines

MPEM 2.3.2 Techniques for transmission electron microscopy in the study of nanostructures– 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: CP 2.2.1 Crystal Physics

Learning objective: Obtaining information about the internal structure of nano-objects.

Summary: Discipline “Techniques for transmission electron microscopy in the study of nanostructures” is currently the most efficient and universal method of studying materials; in many cases, the only source of information about the internal structure and interface structure for various nano-objects.

Expected outcomes: Generate skills and abilities to conduct experimental studies and treat their data.

Postrequisites: Professional and special disciplines

PONN 3.1.1 Processes of Producing Nanoparticles and Nanomaterials

– 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Physics of Low-Dimensional Structures

Learning objective: Reveal the essence of the formation processes of low-dimensional structures, processes on the surface and in the near-surface layers.

Summary: Discipline “Processes of producing nanoparticles and nanomaterials” gives an idea of synthesis and analysis of the morphology, structure of the chemical and phase composition of nanomaterials, allows to acquire knowledge about the chemical, physical and biological methods for the synthesis of nanostructures and nanomaterials, controlled growth methods to produce nanostructures with the desired size and form, methods for synthesis of films and coatings, massive nanostructured and microporous materials, stabilization of the nanoparticle/nanostructure dispersions, and self-organization of nanostructures in films and bulk structures.

Expected outcomes: Generate skills and abilities to solve theoretical and experimental-practical problems, analyze the advantages and disadvantages of various methods of preparing nanoparticles and nanomaterials, choose the rational methods for synthesis of nano-objects and nanomaterials.

Postrequisites: Professional and special disciplines

PhLd 3.1.2 Physics and Technology of Low-Dimensional Systems –

3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: PCS 2.1.1 Condensed State Physic

Learning objective: Generate the doctoral candidates' present-day scientific idea about the foundations of physics of low-dimensional structures, processes for their preparation and methods for using.

Summary: Physics of low-dimensional systems is the theoretical basis for the development of instruments, optoelectronic and nanoelectronic devices, information systems of new generation. Quasi-two-dimensional quantum wells, quasi-one-dimensional quantum wires and quasi-zero-dimensional quantum dots, principle of dimensional quantization and conditions for observing quantum-dimensional effects are discussed, as well as the singularities in the density-of-states function and charge carrier statistics in low-dimensional systems, optical properties of the quantum wells and kinetic effects.

Expected outcomes: Generate skills and abilities to solve theoretical and experimental-practical problems concerning the physics and technology of low-dimensional systems.

Postrequisites: Professional and special disciplines

SGAB 3.1.3 Semiconductor Heterostructures and Devices on Their Basis –

3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: PhLd 3.1.2 Physics and Technology of Low-Dimensional Systems

Learning objective: Generate a present-day scientific representation of the types and properties of double heterostructures, procedures for their preparation and methods of application in electronics in the doctoral candidates. Develop the ability and skills of experimental research using the present-day measuring instruments and processing their results.

Summary: Discipline “Semiconductor heterostructures and devices on their basis” is profiling in preparing doctoral candidates for scientific-research activity in the specialty “Nanomaterials and Nanotechnologies”, specialization “Nanoelectronics and microelectronics”. Discipline “Semiconductor heterostructures and devices on their basis” gives an idea on the types of solid-state heterostructures, their production technology and application of heterostructures in nanoelectronic and optoelectronic devices.

Expected outcomes: Essence of the formation processes of solid-state heterostructures and their physical properties will be revealed for doctoral

candidates. Skills should be developed to solve theoretical and experimental-practical problems relating to the examination of heterostructures with quantum wires and dots.

Postrequisites: Professional and special disciplines

TMS 3.2. Fundamentals of Mesoscopic Physics – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: TSPC 1.1.1 Thermodynamics, Statistical physics and Physical kinetics

Learning objective: Form a unified approach in the doctoral candidates to the description of mesoscopic systems as the systems that are intermediate between the microparticles and macrobodies by sizes and properties. Provide the doctoral candidates with the knowledge about the new trend in science about the real objects and application of this knowledge to solve new problems of technical physics, considering the mesoscopic physics as a theoretical foundation of nanotechnologies.

Summary: This course discusses the properties of real bodies by sizes and mass that occupy an intermediate position between the microparticles and macrobodies. Characteristic property of the systems consisting of mesoscopic particles is that in order to describe them, such fundamental laws like Newton's law of motion, Ohm's law, Coulomb's law, etc., are unsuitable. Mesoscopic particles are in thermal motion, they interact with each other, and it is impossible to describe their behavioral characteristics based on the model of material solitary point. Despite the small size, it is necessary to take into account the internal structure of mesoscopic particles, and the fact that the structural elements (subparticles) which form mesoparticles, are in thermal motion. Mesoscopic systems differ from microparticles such as electrons, atoms, simple molecules, whose behavior is usually described based on the model of the material point. Quantum mesoscopics is discussed using the conductance as an example.

Expected outcomes: Developing a common approach to the study of mesoscopic systems that exhibit the distinctive features mechanical, thermal, electromagnetic and optical properties and identifying ways of their use in engineering practice, taking into account the fact that the mesoscopic physics is the theoretical foundation of nanotechnologies.

Postrequisites: Preparation of the Ph.D. thesis. Scientific studies and knowledge application practice in innovative technologies and pedagogical activity.

FG 3.2.2 Photovoltaic Generators – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: PCS 2.1.1 Condensed State Physics

Learning objective Generate a representation of the photovoltaic generators, their construction and procedure for accumulating energy on their basis.

Summary: Photovoltaic generator represents solar panels used to generate solar energy. They are formed by several photovoltaic modules combined for the utilization of solar radiation.

Expected outcomes: Doctoral candidates will gain knowledge about the various photovoltaic generators, principles of their operation and operational characteristics.

Postrequisites: Preparation of the Ph.D. thesis. Scientific studies and научное исследование practice in innovative technologies and pedagogical activity.

SM 4.1.1 Celestial Mechanics – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Postgraduate studies

Learning objective: Acquaintance with the physical basics of celestial mechanics, knowledge of the basic physical laws and methods of solving problems in celestial mechanics.

Summary: Discipline “Celestial Mechanics” comprises a systematic description of the major tasks and methods of celestial mechanics. Aim of the course is achieved through lectures and workshops. This special course is designed to give the doctoral candidates an idea of the major tasks and methods of celestial mechanics. Particular attention is paid to a restricted three-body problem, which has wide applications in astronomy, astrophysics, and astrodynamics. As a result of studying the course, the students should master this mathematical apparatus, methods of solving problems, know the major tasks and methods of celestial mechanics.

Expected outcomes: As a result of studying the course, the doctoral candidates should know the basic provisions on unperturbed and perturbed motion, three-body problem, and foundations of astrodynamics.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.

BMCA 4.1.2 Ballistics and Spacecraft Control – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Technological processes in near-Earth space

Learning objective: Formation of abilities to systematize the knowledge of space flight dynamics and applications of this knowledge to solve new problems of mechanics in doctoral candidates.

Summary: Discipline “Ballistics and Spacecraft Control” is the basis of theoretical training in the scientific-research activities of Ph.D. candidates in specialty “Technical Physics”. Discipline “Ballistics and Spacecraft Control” is the basis of knowledge of the fundamental laws governing processes in various fields of space flight dynamics. This course provides deep knowledge of the fundamental concepts used in mechanics. The discipline includes the following sections: SC orbital motion, SC orbit determination, SC maneuvering, satellite navigation, SC descent and landing.

Expected outcomes: Doctoral candidates will develop a common approach to the solution of theoretical and practical problems of modern science by creating a well-composed system of common approaches to the solution of physico-technical problems, mastering the methods of modern science and acquiring skills to identify new processes that are suitable for practical use.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.

Nucl 5.1.1 Nuclear Physics and Nuclear Technology– 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Mathematical analysis, Atomic physics, Quantum mechanics

Learning objective: Studying the fundamental section of physics that underlies the present-day scientific understanding of the world and formation of the students' skills in physical thinking. The acquired theoretical knowledge and practical skills will enable students to independently formulate and solve concrete physical problems in nuclear physics and radioactive radiation.

Summary: This discipline sets forth important concepts, provisions and issues related to nuclear physics and nuclear technology. The properties of atomic nuclei and nucleons, phenomenon of radioactivity and nuclear reactions, nuclear fission and fusion, physics of nucleons and anti-nucleons, elementary particles and quantum chromodynamics are discussed.

Expected outcomes: As a result of studying the discipline, the doctoral candidates should learn a system of concepts and basic provisions of nuclear physics and radioactive radiation, acquire knowledge necessary to solve various issues of nuclear physics, learn how to practically apply the appropriate mathematical apparatus to solve problems.

Postrequisites: Professional and special disciplines

CHD 5.1.2 Quantum Chromodynamics – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Nuclear technologies and their application.

Learning objective: Learn the system of concepts and fundamental principles of quantum chromodynamics.

Summary: Quantum chromodynamics (QCD) is the theory of the strong interaction, fundamental force, describing the interaction between quarks and gluons, as a result of which the hadrons, such as proton, neutron, and pion, are born.

Expected outcomes: Give the doctoral candidates the knowledge necessary for solving various problems of quantum chromodynamics, learn how to practically apply the appropriate mathematical apparatus to solve problems.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.

MMCP 6.1.1 Present-Day Methods of Computational Physics – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Computational Physics

Learning objective: Master the classical and modern methods of computational physics: numerical methods for problems of analysis, algebra and approximation theory, numerical methods for solving problems in ordinary and partial differential equations, as well as acquire skills in the development of algorithms and software systems on modern computers.

Summary: Solution of nonlinear equations and systems: iterative methods; variational approach. Approximation of functions: the best approximations; interpolating; spline approximations. Numerical integration: interpolation quadrature formulae; Gauss-like quadrature formulae; approximate calculation of multiple integrals. Numerical solution of integral equations: methods for solving Fredholm and Volterra integral equations of the second kind; methods for solving ill-posed problems. Methods for the numerical solution of the Cauchy problem: non-rigid problems; stiff systems. Solution of boundary-value problems in ordinary differential equations: methods based on reducing to the Cauchy problem; variational methods; grid methods. Introduction to the theory of difference schemes: basic concepts of the theory of difference schemes; methods for sustainability research. Difference schemes for stationary equations: schemes and methods of their construction; methods for solving grid equations; numerical

methods in complex shape areas. Difference schemes for non-stationary equations: one-dimensional equations; multidimensional problems. Monte Carlo methods.

Expected outcomes: Learn the specificity of mathematical calculations to be implemented on a computer, theoretical foundations of numerical methods. Be able to construct algorithms for mathematical solution of scientific problems; develop programs that implement numerical methods. Acquire skills to use basic tools of numerical methods for solving physical problems; method of construction, analysis and application of numerical models in professional activities.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.

KM 6.1.2 Computer Simulation – 3 credits, 5 ECTS

Prerequisites: Computational Physics

Learning objective: Give the students a systematic understanding of the numerical methods and computational algorithms which is required for the mathematical simulation of physical problems on the computer.

Summary: Numerical calculations are an integral part of the present-day natural science, and the ability to effectively apply the computational power of the computer is especially important for professional physicist. The course material is targeted at improving the computing skills of the first-year doctoral candidates on the examples of the direct computer use in simulating physical systems. It includes a minimum set of numerical methods from the arsenal of modern computational physics. At first, each of them is presented (frequently in a heuristic manner), and further applied to the solution of non-trivial task from the field of classical, quantum or statistical physics. These examples are chosen with the expectation to expand and deepen the material for the university courses of general and theoretical physics; they also represent a significant own interest regardless of computational methods which they illustrate.

Expected outcomes: Learn the technology for planning and conducting computing experiment, numerical methods for solving problems of mathematical physics. Be able to apply adequate numerical methods for solving problems of the continuum dynamics and many-particle systems, carry out a computational experiment and interpret its results.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.

ND 6.1.3 Nonlinear Dynamics – 3 кредита, ECTS 5.

Prerequisites: Basic principles of modern physics

Learning objective Give an idea of the dynamics of complex systems, self-organization mechanisms in open systems, describe the phenomena of

autooscillation occurrence, transition from regular to stochastic dynamics, establishment of synchronization, appearance of coherent structures.

Summary: Concept of dissipative system (DS), phase space of DS, equation of motion and displaying of DS. Trajectory, fixed point and loop of DS, invariant set, limit set and limit cycle of DS, attractor, repeller-saddle set of DS. Stability of fixed points of DS, hyperbolic and nonhyperbolic fixed points. Trajectory stability according to Lyapunov, asymptotic stability. Trajectory stability according to Poisson. Trajectory stability according to Lagrange. Structural instability. Bifurcation diagram. Codimension of bifurcation. Central manifold and bifurcation analysis. The simplest bifurcations (“saddle-node”, “stability exchange”, “fork”) and their normal forms. Andronov-Hopf bifurcation. Bifurcation chains, scenarios of transition to chaos. Regular and singular points, double singular points, cuspidal points, conjugate points, singular points of higher order in the bifurcation diagram. Stability and instability of the bifurcation solutions, exchange of stabilities. Imperfection theory and isolated solutions that break down the bifurcation. Stability of isolated solutions that break down the bifurcation. Convection equations in the Boussinesq approximation. Equilibrium distribution of temperature and pressure. Investigation of the equilibrium state stability. Basic equations of small non-stationary perturbations of the equilibrium state. Rayleigh, Prandtl and Grashof numbers. Boundary conditions. Normal modes for the perturbed state. Eigenvalue problems. Condition of instability, critical Rayleigh number. Convective cells. Convective shafts. Convection equation. Convective shafts. Solution of convection equations for incompressible viscous fluid using the Bubnov-Galerkin method. Lorenz system. Examples of the systems described by the Lorenz equations (fluid convection in closed loop, water wheel, single-mode laser). Dynamics of the Lorenz system: phase portrait, attractor, fixed points and their stability, bifurcations and transition to chaos.

Expected outcomes: Possess the background information about self-organization processes, their simulation, basic equations of dynamic systems, master methods of their analysis and solution. Be able to determine the physical phenomena in dynamical systems. Know how to identify ways of applying the gained knowledge to pose and solve new problems.

Postrequisites: Theoretical foundations for scientific research. Preparation of the Ph.D. thesis.