

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ**

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

**6D060300-«Механика» мамандығы бойынша
ТИПТІК ОҚУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ**

*** * ***

ТИПОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН

по специальности 6D060300-«Механика»

Алматы 2017

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ**

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

**6D060300-«Механика» мамандығы бойынша
ТИПТІК ОҚУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ**

*** * ***

ТИПОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН

по специальности 6D060300-«Механика»

Алматы 2017

1. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінде **ӘЗІРЛЕНГЕН ЖӘНЕ ҰСЫНҒАН.**

2. Типтік оқу бағдарламасы Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрі міндетін атқарушының 2013 жылғы 16 тамыздағы №343 бұйрығы негізінде бекітілген типтік оқу жоспарына сәйкес әзірленген (429 қосымша). ҚР Білім және ғылым министрлігі 2016 жылғы 05 шілдедегі №425 бұйрығымен өзгертулер енгізілген.

3. Республикалық оқу-әдістемелік жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру кеңесінің 2016 жылғы 30 маусымындағы №2 мәжіліс хаттамасының шешімімен **БЕКІТІЛДІ.**

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің рұқсатынсыз осы типтік бағдарламаларын көбейтуге және таратуға болмайды.

1. **РАЗРАБОТАНЫ И ВНЕСЕНЫ** Казахским национальным университетом им. аль-Фараби.

2. Типовая учебная программа разработана в соответствии с типовым учебным планом, утвержденным приказом исполняющего обязанности Министра образования и науки Республики Казахстан от 16 августа 2013 года № 343 (Приложение 429). Внесены изменения приказом Министра образования и науки РК от 5 июля 2016 № 425.

3. **УТВЕРЖДЕНЫ** протокольным решением №2 заседания Республиканского учебно-методического совета высшего и послевузовского образования от 30 июня 2016 года.

Настоящие типовые учебные программы не могут быть тиражированы и распространены без разрешения Министерства образования и науки Республики Казахстан

@ КазНУ аль-Фараби, 2017

NM 7201 НАНОМЕХАНИКА

көлемі 3 кредит

Авторы:

PhD, Dr.Inz Тунгатарова М.С.

Пікір білдірушілер:

физика-математика ғылымдарының докторы,
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің профессоры **Шерьязданов Г.Б.**
PhD, КБТУ зертхана меңгерушісі **Асилбеков Б.К.**

ТҮСІНДІРМЕ ХАТ

Пән мақсаты: Оқылатын пән доктаранттарды микро және наноөлшемдердің ағысын зерттеу әдістері мен теориялық негіздерін таныстыру үшін арналған.

Пәннің рөлі және мәні: Оқытылатын пән доктарантурада берілетін негізгі пән болып саналады. Пәнді зерттеу нәтижесінде доктарант нанотехнологияның даму бағытының негіздерін, наномеханиканың ғылыми мәселелерін анықтай білуі, микро және наноканалдардағы ағысты зерттей алу бағытын нақтылай алу керек.

Осы пәнді оқу алдындағы пәндер:

Теориялық механика. Тұтас орта механикасының модельдері. Сұйық және газ механикасы. Деформацияланған қатты дене механикасы. Есептеу механикасы. Механиканың қазіргі мәселелері.

Оқылатын пәнді игеруі үшін қажетті дағдылар, істей алуы және білуі керек пәндер: магистратурада оқытылған негізгі пәндерді зерттеу нәтижесінде доктарант стандартты әдістерін және әртүрлі бағыттағы механиканың негізгі есептерін білуі және шешімін табу үшін қолдана алуы қажет, математикалық модельдердің қолданбалы есептеріне дағдылана білуі керек.

Пәнді меңгеру нәтижесінде қойылатын құзыреттер:

Микро және наноканалдардағы ағыстарды зерттеу әдістерін жеткілікті білуі; есептің шешімін табу әдістерін зерттеуде критикалық анализ жасау және оның артықшылығы мен кемшіліктерін көре білу қабілеттілігі; наноөлшемдерде нақты физикалық процесстерді сипаттау үшін математикалық модель құра білу қабілеттілігі; кәсіби қызметте қолданылатын ақпаратты компьютермен іздеу, өңдеу, дайындау және жинауға нақты дағдылану; берілген тақырып бойынша компьютерлік презентация жасау.

Пәнді зерттеу нәтижесінде доктарант:

– Наномеханиканың теориялық негіздерін кеңінен білуі;

– Микро және наноағыстарды зерттеу үшін ғылыми зерттеулерде және іздеулерде қолданылатын техника мен әдістерді критикалық бағалауы және түсінуі;

– ақпараттық-іздігіру және практикалық есептерді шешу үшін алынған білімді қолдану.

ПӘННІҢ ТАҚЫРЫПТЫҚ ЖОСПАРЫ

№	Тақырыбы
1.	Ұзындығының масштабына байланысты микроағыстардың жіктелуі. Нанофеномендер.
2.	Микро және наноөлшемдердегі ағысты тәжірибелік әдістермен зерттеу.
3.	Микро және наноканалдардағы сырғымалы және өтпелі ағыс режимдері.
4.	Наноканалдардағы еркін-молекулярлы ағыс режимдері.
5.	Әртүрлі режимдегі наноағыстың жылуалмасуы.

ПӘННІҢ МАЗМҰНЫ

Кіріспе.

Пәнді оқыту мақсаты:

Пәннің мақсаты доктаранттарды механиканың өзекті мәселелерін және олардың математикалық модельдерімен таныстыру.

Пәнді оқыту мақсаты::

- наномеханиканың өзекті мәселелерімен және олардың аралас пәндермен байланысын анықтау;
- микро және наноканалдардағы ағыстың қазіргі математикалық модельдерімен таныстыру;
- наномеханиканың дамуын анықтау.

Пәнді оқыту **нысаны** наномеханиканың қазіргі модельдері болып табылады.

Берілген пәнді оқыту әдісі: ғылыми-зерттеу.

Берілген пәннің басқа ғылым арасындағы рөлі және орны: Нанотехнология – қызметі наноқұрылыммен анықталатын, яғни реті 1-ден 100 нанометр арасында өлшемді материалдарды, құрылғыларды және техникалық жүйелерді құрастыру және қолдануды қамтитын пәнаралық ғылым. Берілген пән талабы доктаранттарды механиканың өзекті есептерінің қойылымымен, олардың аралас пәндермен байланысын анықтауды, математикалық модельдердің қолданбалы есептерінің дәлдігін таныстыру болып табылады. Пәнді оқу нәтижесінде алынған білім, маманға наномеханиканың даму бағытын жеңіл анықтауға мүмкіндік береді.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Ұзындығының масштабына байланысты микроағыстардың жіктелуі. Нанофеномендер

Наноағыстар, классикалық ағыстардан негізгі ерекшелігі. Кнудсен саны бойынша ағыстың жіктелуі. Наноағыстың мысалдары және қасиеті. Наноағысты моделдеудегі өзекті мәселелері: шектік шарттарды анықтау және негізгі әсер етуші күштерді сипаттау. Мәселені шешу жолдары.

Микро және наноөлшемдердегі ағысты тәжірибелік әдістермен зерттеу

Жоғарғы дәлдікті электронды микроскоптар, жұмыс істеу принциптері. Көшірмелі туннельді микроскоп. Растрлы электронды микроскоп. Рамановты спектроскопия (шашырату комбинациялы спектроскопия). Атомдық-күш микроскоп.

Микро және наноканалдардағы сырғымалы және өтпелі ағыс режимдері

Наноканалдардағы ағыстардың сырғымалы, өтпелі және ағыс еркін-молекулярлы ағыс режимдері.

Өртүрлі режимдегі наноағыстың жылуалмасуы

Кеңейтілген жіне сырғымалы жылу эффектісі. Микро және наноканалдардағы температуралық эффектілер.

Микро және наноағыстарды зерттеу үшін қолданбалы бағдарламамен қамтамасыздандыру

LAMMPS молекулярлы динамиканың симуляторы. Монте-Карло тікелей моделдеуі. Үстемені дайындау, жіберу, өңдеуден кейінгі деректер.

СЕМИНАР САБАҒЫНА ҰСЫНЫЛАТЫН ТАҚЫРЫПТАР ҮЛГІСІ

1. Ұзындығының масштабына байланысты микроағыстардың жіктелуі. Наноағыс ерекшелігі.
2. Микро және наноканалдардағы сырғымалы және өтпелі ағыс режимдері
3. Наноканалдардағы еркін-молекулярлы ағыс режимдері.
4. Қабырғасы кедір-бұдыр наноканалдағы Пуазель типті ағысы.
5. Наноөлшемдердігі Куэтта типті ағысы.
6. Наноағыстың шектік қабаты. Моделі.
7. Жылжымалы беттегі наноқабықша ағысының барысындағы жылуалмасу.

СТУДЕНТТЕРДІҢ ӨЗІНДІК ЖҰМЫСТАРЫНА ҰСЫНЫЛАТЫН ҮЛГІЛІ ТАҚЫРЫПТАР ТІЗБЕСІ

1. Наноағыстың ерекшелігі. Нанофеномендер. Наноөлшемдердегі күштер.
2. Микро және наноканалдардағы сырғымалы және өтпелі ағыс режимдері үшін Пуазель типті ағысы.
3. Микро және наноканалдардағы еркін-молекулярлы ағыс режимдері үшін Куэтта типті ағысы.
4. Қабырғасы кедір-бұдыр наноканалдағы ағыс.
5. Адиабатиялық сығымалы ағыс. Фанно теориясы.
6. Микро және наноканалдардағы еркін-молекулярлы ағыс режимдері үшін Пуазель типті ағысы.

ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Негізгі:

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology. An Introduction. A volume in Micro and Nano Technologies. - ISBN: 978-0-08-096447-8
2. Karniadakis G., Beskok A., Aluru N. Microflows and Nanoflows. Printed in the United States of America.-2000
3. Shaofan Li, Gang Wang Introduction to Micromechanics and Nanomechanics. - 978-981-281-413-5
4. Wing Kam Liu, Eduard G. Karpov, Harold S. Park Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods and Applications. - ISBN: 978-0-470-01851-4. - 2005. –P. 334

Қосымша:

1. Cleland, Andrew N. Foundations of Nanomechanics. - ISBN 978-3-662-05287-7
2. Shaofan Li, Xin-Lin Gao Handbook of Micromechanics and Nanomechanics. - ISBN: 9789814411240. – P. 1206
3. Jeremy Ramsden Essentials of Nanotechnology. - Ventus Publishing. - ISBN: 978-87-7681-418-2

НАНОМЕХАНИКА

объем 3 кредита

Авторы:

PhD, Dr. Inz. Тунгатарова М.С.

Рецензенты:

доктор физико-математических наук,
профессор КазНУ им. аль-Фараби Шеръязданов Г.Б.
PhD, зав. лабораторией КБТУ Асилбеков Б.К.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Назначение дисциплины: данная дисциплина предназначена для ознакомления докторантов с теоретическими основами и методами исследования течений микро и наномасштабов.

Роль и значение дисциплины: данная дисциплина является одной из базовых дисциплин, обязательных для изучения в докторантуре. В результате ее изучения докторант должен четко ориентироваться в основных направлениях развития нанотехнологий, определять научные проблемы наномеханики и уметь проводить исследование течений в микро и наноканалах.

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины:

Теоретическая механика. Модели механики сплошной среды, Механика жидкости и газа. Механика деформируемого твердого тела. Вычислительная механика. Современные проблемы механики.

Дисциплины, содержащие знания, умения и навыки, необходимые для освоения данной дисциплины: в результате изучения базовых дисциплин магистратуры докторант должен уже знать основные задачи разных разделов механики и стандартные методы, применяемые для их решения, владеть навыками математического моделирования прикладных задач.

Изучение данной дисциплины позволит приобрести следующие компетенции:

Достаточно широкое знание методов исследования течений в микро и наноканалах; способность к критическому анализу изучаемых методов решения задач, способность видеть их преимущества и недостатки; способность к построению математических моделей для описания определенных физических процессов в наномасштабах; устойчивые навыки компьютерного поиска, сбора, подготовки и обработки информации, используемой в профессиональной деятельности; умение делать компьютерные презентации на заданную тему.

В результате изучения дисциплины докторант будет:

- обладать широкими знаниями теоретических основ наномеханики;
- понимать и критически оценивать методы и техники, применяемые в научных исследованиях и изысканиях для исследования микро и нанотечений;
- уметь применять полученные знания для решения информационно-поисковых и практических задач.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

№	Название раздела
1.	Классификация микротечений в зависимости от характерных масштабов длины. Нанотечения.
2.	Экспериментальные методы исследования течений в микро- и наномасштабах.
3.	Скользкий и переходный режимы течений в микро и наноканалах.
4.	Свободномолекулярный режим течения в наноканалах.
5.	Теплоперенос для различных режимов нанотечений

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Цель преподавания дисциплины:

Целью курса является ознакомление докторантов с современными актуальными задачами механики и их адекватным математическим моделированием.

Задачи преподавания дисциплины:

- ознакомление с современными задачами наномеханики и определение их связи с задачами смежных наук;
- знакомство с современными математическими моделями течений в микро- и наноканалах;
- определение перспектив развития наномеханики.

Объектами изучения данной дисциплины являются современные модели наномеханики.

Методы изучения данной дисциплины: научно-исследовательские.

Роль и место науки данной дисциплины среди других наук: Нанотехнологии является междисциплинарной наукой, включающей создание и использование материалов, устройств и технических систем, функционирование которых определяется наноструктурой, то есть ее упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нанометров. Наномеханика изучает закономерности течений в наномасштабах. Данная дисциплина предполагает ознакомление докторантов с постановками современных задач механики, определение их связи с задачами смежных наук, адекватное математическое моделирование прикладных задач. Знания,

приобретенные в рамках данной дисциплины, позволят специалисту легко определять перспективные направления развития наномеханики.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Классификация микротечений в зависимости от характерных масштабов длины. Нанотечения

Нанотечения, основные отличия от классических течений. Классификация течений по числу Кнудсена. Примеры нанотечений и их свойства. Известные проблемы моделирования нанотечений: определение граничных условий и описание основных действующих сил. Пути решения проблем.

Экспериментальные методы исследования течений в микро- и наномасштабах

Электронные микроскопы высокого разрешения, принципы работы. Сканирующий туннельный микроскоп. Растровый электронный микроскоп. Рамановская спектроскопия (спектроскопия комбинационного рассеяния). Атомно-силовой микроскоп.

Режимы течений в микро и наноканалах

Скользкий, переходный и свободномолекулярный режимы течения в наноканалах.

Теплоперенос для различных режимов нанотечений

Эффекты теплового расширения и ползучести. Температурные эффекты в микро и наноканалах.

Прикладное программное обеспечение для исследования микро- и нанотечений

Симулятор молекулярной динамики LAMMPS. Прямое моделирование Монте-Карло. Подготовка приложений, запуск, постобработка данных.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Классификация микротечений в зависимости от характерных масштабов длины. Специфика нанотечений.
2. Скользящий и переходный режимы течений в микро и наноканалах.
3. Свободномолекулярный режим течения в наноканалах.
4. Течение типа Пуазеля в канале с шероховатыми стенками.
5. Течение типа Куэтта в наномасштабах.
6. Пограничный слой течений. Модель.
7. Теплоперенос при течении нанопленки на подвижной поверхности.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РАБОТ

1. Специфика нанотечений. Нанофеномены. Силы в наномасштабах.
2. Течение типа Пуазеля для скользящего и переходного режимов течений в микро и наноканалах.
3. Течение типа Куэтта для свободномолекулярного режима течений в микро и наноканалах.
4. Течение в наноканале с шероховатыми стенками.
5. Адиабатически сжимаемые течения. Теория Фанно.
6. Течение типа Пуазеля для свободномолекулярного режима течений в микро и наноканалах.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology. An Introduction. A volume in Micro and Nano Technologies. - ISBN: 978-0-08-096447-8
2. Karniadakis G., Beskok A., Aluru N. Microflows and Nanoflows. Printed in the United States of America.-2000
3. Shaofan Li, Gang Wang Introduction to Micromechanics and Nanomechanics. - 978-981-281-413-5
4. Wing Kam Liu, Eduard G. Karpov, Harold S. Park Nano Mechanics and Materials: Theory, Multiscale Methods and Applications. - ISBN: 978-0-470-01851-4. - 2005. –P. 334

Дополнительная:

1. Cleland, Andrew N. Foundations of Nanomechanics. - ISBN 978-3-662-05287-7
2. Shaofan Li, Xin-Lin Gao Handbook of Micromechanics and Nanomechanics. - ISBN: 9789814411240. – P. 1206
3. Jeremy Ramsden Essentials of Nanotechnology. - Ventus Publishing. - ISBN: 978-87-7681-418-2

МАЗМҰНЫ

№	Пәннің аты	б/с
1.	Наномеханика	3
2.	Наномеханика	7