

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ**

Физико-технический факультет

кафедра теоретической и ядерной физики

Согласовано

Декан факультета
Даулетов А.Е.
" _____ " _____ 2013 г.

Утверждено

На заседании Научно-методического Совета
университета
Протокол №_1_ от _29_08_ 2013 г.
Проректор по учебной работе
_____ Ахмед-Заки Д.Ж
" _29_ " _____ 08 _____ 2013 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Ядерные реакции на промежуточных энергиях
(наименование дисциплины)

Специальность "6М060500 - Ядерная физика"
(шифр, название)

Форма обучения дневная, (магистратура)
(дневная, заочная)

Алматы 2013 г.

УМК дисциплины составлен по специальности "5М060500 - Ядерная физика" к.ф.-м.н., профессором А.Х. Абильдаев.

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

от «__» _____ 2013 г., протокол № ____
Зав. кафедрой _____ Абишев М.Е.
(роспись)

Рекомендовано методическим Советом (бюро) факультета
«__» _____ 2013 г., протокол № ____

Председатель _____ Ф.И.О.
(роспись)

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика техникалық факультеті

теориялық және ядролық физика кафедрасы

Келісілген:
Факультет деканы
Даулетов А.Е.
"_____" _____ 2013 ж.

Университеттің ғылыми-әдістемелік
кеңесінде бекітілді
Хаттама №_1_ _29_ _08_ _2013 г
Оқу жұмысы жөніндегі проректор
_____ Ахмед-Заки Д.Ж.
" _29_ " _08_ 2013 ж.

ПӘННІҢ ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІ

Аралық энергиядағы ядролық реакциялар
(пәннің аты)

Мамандық «6М060500- Ядролық физика»
(шифры, аты)

Оқу түрі күндізгі бөлім (магистратура)
(күндізгі, сырттай)

Алматы 2013 ж.

ПОӘК дайындаған ф.м.ғ.к, профессор. Ә.Х. Әбілдаев «6M060500-
Ядролық физика» -мамандығы бойынша оқу бағдарламасының негізінде
өзірленді.

_____кафедрасының
мәжілісінде қаралып ұсынылды.

« ___ » _____ 2013 ж., хаттама № _____

Кафедра меңгерушісі _____ Әбішев М.Е.
(қолы)

Факультеттің әдістемелік (бюро) кеңесінде ұсынылды.

« ___ » _____ 2013 ж., хаттама № ___

Төрағасы (Төрайымы) _____ Аты-жөні
(қолы)

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

Physico-technical faculty

Department theoretical and nuclear physics

Confirmed
Dean of the faculty
Dauletov A.E.

" _____ " _____ 2013

**Approved by the University scientific-
methodical Council meeting**
Protocol № 1 from 29_08_2013
Vice-Rector for Academic Affairs

_____ Akhmed-Zaki D.Zh
" 29 " 08 2013

Educational-methodical complex of the discipline
Nuclear reactions on intermediate energiya
(discipline name)

Speciality Code "6M060500 - Nuclear Physics"
(code, speciality)

Education Form fulltime (magistracy)
(full time, part-time)

Almaty 2013

Educational-methodical complex of the discipline is compiled by PhD doctor,
professor A.X. Abildaev.

On the basis of education program of specialty "6M060500 - Nuclear Physics".

Considered and recommended at the chair meeting _____

On " _____ " _____ 2013, Protocol № _____

Head of the Chair _____ Abishev M.E.
(signature)

Recommended at the methodical Council (bureau of the faculty)

On « __ » _____ 2013, Protocol № _____

Chairman _____ N.
(signature)

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
Физика техникалық факультеті
«Ядролық физика» мамандығы бойынша білім беру бағдарламасы

Физика техникалық факультетінің
Ғылыми кеңесінде бекітілді
№ _____ хаттама « _____ » _____ 2012 ж.
Факультет деканы _____ Даулетов А.Е.

Негізгі міндетті / негізгі элективті / кәсіби элективті модуль __ (нөмірі) « Атауы » 3
кредит бойынша

(керекті модуль атауын қалдырыңыз)

СИЛЛАБУС

Ядролық қауіпсіздік және ядролық қоқыстарды сақтау технологиясы

«5B060500» - «Ядролық физика » (3 кредит)

3 курс, к/б, 6семестр (күзгі)

Модульдің пәндерін жүргізетін оқытушылар туралы **МӘЛІМЕТ:**

«Ядролық қауіпсіздік және ядролық қоқыстарды сақтау технологиясы » **пәні бойынша**

Оқытушының аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қызметі: Ә.Х. Әбілдаев, ф.-м.ғ.к., профессор

Телефондары (жұмыс, үй, ұялы байланыс): Алматы, Тимирязева көшесі, 71, физика техникалық факультеті, теориялық және ядролық физика кафедрасы

e-mail: xassen. adok@gmail. com

каб.:317

Модульдің МАЗМҰНЫ:

▪ **Мақсаты:** Ядролық қауіптің негізгі көзі энергетикалық реактор болып табылады. Сондықтан ядролық реактордың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін ғылыми-техникалық әдістерді оқып үйрену. Ядролық қоқыстарды көму, сақтау технологиясын меңгеру

▪ **Міндеттері:** ядролық реакторды іске қосу және өшіру процесстерінде қауіпсіздік шараларын қамтамасыз етуді, реактордың сындық күйін қажетті ұзақ уақыт ұстап тұру үшін керекті автоматтандыру жүйелерінің жұмысын қадағалауды оқып үйрену. Ядролық қоқыстардың түрлерін білу, оларды тасымалдау, көму, сақтау технологиясын игеру

▪ Модуль бойынша **оқытудың нәтижелері** Пәнді игеру үстінде студенттардың алған білімдері мен тәжірибелері олардың диплом жұмысын жасауына және бакалавриатты бітіргеннен кейін магистратурада білімін жалғастыруына, педагогикалық жұмыстарына негіз болады.

- Жалпы құзырет:

құралдық: (ЭЕМ, Радиоэкологиялық карта, сызбалар);

▪ **Пререквизиттері, Постреквизиттері.** Жалпы физика курсы, Ядролық физика, Иондаушы сәулелер дозиметриясы.

Пәннің МАЗМҰНЫ: Ядролық жылу қондырғысының негізгі құрамды бөлігі болып ядролық реактор болып саналады. Ядролық реакторда ядролық отын жанып жылу шығарады. Осы шыққан жылуды жылу тасмалдаушы элемент (Ж.Т.Эл) жылу шығарғыш элементтен (Ж.Ш.Эл) сылып алып қондырғының басқа бөлігіне жеткізеді. Әрі қарай жылу энергиясы энергияның басқа түріне айналдырылып тұтынушыға беріледі. Осы циклдың басынан аяғына дейінгі процесстердің бәрінде қауіпсіздік шараларын сақтау керек. Бұл пән сол қауіпсіздіктің түрлерін, олардың алдын алу шараларын қарастырады. Сол үшін пайдаланылатын ғылыми-техникалық әдістер пайдаланылады.

Мақсаты Аталған қондырғының негізгі бөлігі болып табылатын ядролық реактордың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін ғылыми-техникалық әдістерді оқып үйрену.

Міндеттері: ядролық реакторды іске қосу және өшіру процесстерінде қауіпсіздік шараларын қамтамасыз етуді, реактордың сындық күйін қажетті ұзақ уақыт ұстап тұру үшін керекті автоматтандыру жүйелерінің жұмысын қадағалауды оқып үйрену
Модуль бойынша **оқытудың нәтижелері** тәжірибелік және теориялық ядролық физиканың келешегі туралы, ғылым мен техниканың басқа салаларымен байланысы.

ПӘННІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ, КӨЛЕМІ ЖӘНЕ МАЗМҰНЫ

Ап та	Пән «Ядролық қауіпсіздік және ядролық коқыстарды сақтау технологиясы»		
	Тақырыптың атауы	Сағ ат	СӨЖ тапсырмалары
I тақырыптық блок**			
1	1 дәріс «Кіріспе. Ядролық жылу қондырғылары. Құрамды бөліктері. Әр бөлігінде өтетін физикалық процесстер, Әр бөліктегі қауіп көздері, себептері, физикалық, техникалы, технологиялық негіздері»	1	АЭС-тердегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында бекітілген жоспар бойынша істелінетін жұмыстар тізімі
2	2 дәріс «Ядролық реактордың құрылысы. Жұмыс істеу принципі, реактордың белсенді аймағында болуы мүмкін қауіп көздері.	1	
3	3 дәріс «Белсенді аймақтағы сындық күй. Сын асты, Сын үсті күйлері. Сын үсті күйде болу ұзақтығы»	1	
4	4 дәріс «Қауіп белгілерін тіркейтін приборлар. Дәлдігі, сезімталдығы»	1	
5	5 дәріс «Белгіге жауап беруші приборлар. Белгі түскен мезеттен жауап кілтін қосу мезетіне	1	Апаттың алдын алу мақсатында ядролық реакторды жобалау кезіндегі атқарылатын жұмыстар

	дейінгі уақыт ұзақтығы. Оны қауіптің етек алу ұзақтығымен салыстыру»		
6	6 дәріс «Жауап кілті қосылғаннан бастап қауіпті тежеуге, жоюға арналған электрондық, механикалық тетіктердің жұмысты бастап және аяқтап үлгеруіне кететін уақыт аралығы. Ол аралықты қауіптің апатқа алып қашу уақытымен салыстыру»	1	
II тақырыптық блок**			
7	7 дәріс « Белсенді аймақтағы өзін-өзі тежеу процесстері. Ол процесстерді кешіккен нейтрондардың алатын орны, сындық күйде сақтаудағы үлесі»	1	
8	8 дәріс « Белсенді аймақтың жұмысын қадағалауды, оң және теріс кері байланыстарды автоматтандыру жүйесі. Жүйенің осал тұстарына баға беру, қайта жасақтау, жетілдіру шаралары »	1	Ядролық реакторларды пайдалану кезіндегі істелінетін қауіпсіздік шаралары
9	9 дәріс «Жылу тасымалдаушы қондырғыларының жұмысы. Жылу тасымалдаушы элемент (ЖТЭл) ағатын түтіктің геометриясы, беріктігі»	1	
10	10 дәріс « Жылу тасымалдаушы элементтің ішкі құрылысын, температурасын, агрегаттық, фазалық күйлерін, қысымын, ағын жылдамдығын өлшейтін тіркегіш приборлар. Дәлдігі, сезімталдығы »	1	
11	11 дәріс « Тіркегіштен жауап беруші приборға жөнелтілетін белгілерді жасақтайтын электрондық приборлар. Жұмыс істеу принципі. Белгілердің «өлі уақыты»»	1	
12	12 дәріс « Қауіптің алдын алу мақсатында жоспар бойынша міндетті түрде жүргізілетін жұмыстар. Оларды жүргізу тәртібі және жүргізу кестесі. Жұмысты жүргізетін қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары »	1	Реакторды жобалық қуатқа шығару кезінде пайда болуы мүмкін ақаулықтардың алдын алу шаралары. Ақау пайда бола қалған жағдайда іске асырылатын іс-қимылдар
13	13 дәріс « Ядролық реактордың жұмыс істеу процесінде пайда	1	

	болатын иондаушы сәулелер. . Түрлері, қауіптік деңгейлері. Оларды тасымалдау, сақтау кезіндегі, қауіпсіздік шаралары»		
14	14 дәріс «Жылу тасымалдаушы элементтің (Ж.Т.Эл) белсенді аймақтан алып шыққан жылуын пайдалану жолдары (Жылу жүйесіне беру, электр энергиясына айналдыру т.б). Осы жолдағы қауіптің түрлері. Қауіпсіздік шаралары »	1	Реактордың «сындық күйде» тұрақты істен тұрған кезде орын алатын ақаулар. Олардың алдын алу шаралары. Ақау орын ала қалған жағдайдағы іс-қимылдар
15	15 дәріс «Қазақстандағы ядролық жылу қондырғыларының энергетика саласындағы алатын үлес-салмағы. Келешегі. Реактордан шығатын радиоактивтік қоқыстар. Оларды көму, сақтау»	1	Ядролық отынды өндіру, қңдеу, қайта өңдеу процестерінде шығатын қоқыстар, оларды көму, сақтау технологиясы.
III тақырыптық блок**			
16	16 дәріс «Ядролық реактордың белсенді аймағының сын асты, сын үсті, сындық күйде болу уақытының ұзақтығын есептеу»	1	
17	17 дәріс « Белсенді аймақта орналастырылатын температураны өлшейтін приборлар. Олардың дәлдігі, сезімталдығы, қызмет ету ұзақтығы, сенімділігі »	1	Реакторды «сын асты» күйіне көшірген кездегі орын алуы, мүмкін ақаулар
18	18 дәріс « Белсенді аймақта орналастырылған нейтрон ағынын өлшейтін приборлар. Дәлдігі, сезімталдығы, қызмет ету ұзақтығы, сенімділігі»	1	
19	19 дәріс « Белсенді аймақтағы приборлардан түсетін белгілердің түрлері. Белгілерді өңдеу. Әрі қарай жауап беруші приборларға жөнелтілетін белгілердің түрлері»	1	
20	20 дәріс « Тіркегіш-электрондық өңдегіш-жауап беруші электромагниттік, механикалық тетіктердің белгі түскеннен бастап оған жауап іс-қимылдарды істеп аяқтағанға дейінгі уақыт аралығын есептеу»	1	Реакторды тоқтатып, ішкі бөлшектерін тексеріп сараптан өткізу кезінде атқарылатын қауіпсіздік шаралары. Қызметкерлерді сәулеленіп қалудан сақтау шаралары
21	21 дәріс «Белсенді аймақтағы «сын үсті» күйінің тасқындық көрініс алып кетуінің ықтималдығы. Бұл көріністің	1	

	басталғаннан апатқа дейінгі уақытының ұзақтығын есептеу»		
22	22 дәріс «Иондаушы сәулелердің дозасын есептеу »	1	

Білім және құзырет жүйесіндегі пәннің негізгі ұғымы: (Пәннің мазмұнын игеру және құзыретті қалыптастыру үшін қажетті негізгі ұғымдардың, үдерістердің, құбылыстардың тізімі).

Әдебиеттер тізімі

Негізгі

1. Батырбеков Г.А., Маханов У.М. Системный сопоставительный анализ проектов современных атомных электростанций с ядерными реакторами типа PWR и ВВЭР и ядерных топливных циклов разных стран препринт №32. Алматы, 2006.
2. Веб-сайт «Обеспечение безопасности на АЭС».
3. Веб-сайт Агентства природных ресурсов «Энергетики Японии».

Қосымша

4. Ежегодный бюллетень о контроле над эксплуатацией объектов атомной энергетики. 2007 год.
5. Ежегодный отчет МАГАТЭ «внеплановых остановках на атомных электростанциях мира». 2008 год.

Аралық бақылау кестесі.

- а) Бірінші аралық бақылау. Ауызша коллоквиум. 7-апта
- ә) Екінші бақылау. Ауызша коллоквиум. 14-апта

Аралық бақылау сұрақтары

а) Бірінші аралық бақылау

- 1 Ядролық жылу қондырғылары. Құрамды бөліктері. Әр бөлігінде өтетін физикалық процесстер, Әр бөліктегі қауіп көздері, себептері, физикалық, техникалы, технологиялық негіздері.
- 2 Ядролық реактордың құрылысы. Жұмыс істеу принципі, реактордың белсенді аймағында болуы мүмкін қауіп көздері.
- 3 Белсенді аймақтағы сындық күй. Сын асты, Сын үсті күйлері. Сын үсті күйде болу ұзақтығы.
- 4 Қауіп белгілерін тіркейтін приборлар. Дәлдігі, сезімталдығы.
- 5 Белгіге жауап беруші приборлар. Белгі түскен мезеттен жауап кілтін қосу мезетіне дейінгі уақыт ұзақтығы. Оны қауіптің етек алу ұзақтығымен салыстыру.
- 6 Жауап кілті қосылғаннан бастап қауіпті тежеуге, жоюға арналған электрондық, механикалық тетіктердің жұмысты бастап және аяқтап үлгеруіне кететін уақыт аралығы. Ол аралықты қауіптің апатқа алып қашу уақытымен салыстыру.

- 7 Белсенді аймақтағы өзін-өзі тежеу процесстері. Ол процесстерді кешіккен нейтрондардың алатын орны, сындық күйде сақтаудағы үлесі.
- 8 Белсенді аймақтың жұмысын қадағлауды, оң және теріс кері байланыстарды автоматтандыру жүйесі. Жүйенің осал тұстарына баға беру, қайта жасақтау, жетілдіру шаралары.
- 9 Жылу тасмалдаушы қондырғыларының жұмысы. Жылу тасмалдаушы элемент (ЖТЭл) ағатын түтіктің геометриясы, беріктігі.
- 10 Жылу тасмалдаушы элементтің ішкі құрылысын, температурасын, агрегаттық фазалық күйлерін, қысымын, ағын жылдамдығын өлшейтін тіркегіш приборлар дәлдігі сезімталдығы.
- 11 Тіркегіштен жауап беруші приборға жөнелтілетін белгілерді жасақтайтын электрондық приборлар. Жұмыс істеу принципі. Белгілердің «өлі уақыты».

ә) Екінші аралық бақылау

- 12 Қауіптің алдын алу мақсатында жоспар бойынша міндетті түрде жүргізілетін жұмыстар. Оларды жүргізу тәртібі және жүргізу кестесі. Жұмысты жүргізетін қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары.
- 13 Ядролық реактордың жұмыс істеу процесінде пайда болатын иондаушы сәулелер. . Түрлі, қауіптік деңгей. Оларды тасмалдау, сақтау кезіндегі, қауіпсіздік шаралары.
- 14 Жылу тасмалдаушы элементтің (Ж.Т.Эл) белсенді аймақтан алып шыққан жылуын пайдалану жолдары (Жылу жүйесіне беру, электр энергиясына айналдыру т.б). Осы жолдағы қауіптің түрлері. Қауіпсіздік шаралары.
- 15 Қазақстандағы ядролық жылу қондырғыларының энергетика саласындағы алатын үлес-салмағы. Келешегі. Реактордан шығатын радиоактивтік қоқыстар. Оларды көму, сақтау.
- 16 АЭС-тердегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында бекітілген жоспар бойынша істелінетін жұмыстар тізімі.
- 17 Апаттың алдын алу мақсатында ядролық реакторды жобалау кезіндегі атқарылатын жұмыстар.
- 18 Ядролық реакторларды пайдалану кезіндегі істелінетін қауіпсіздік шаралары.
- 19 Реакторды жобалық қуатқа шығару кезінде пайда болуы мүмкін ақаулықтардың алдын алу шаралары. Ақау пайда бола қалған жағдайда іске асырылатын іс-қимылдар.
- 20 Реактордың «сындық күйде» тұрақты істен тұрған кезде орын алатын ақаулар. Олардың алдын алу шаралары. Ақау орын ала қалған жағдайдағы іс-қимылдар.
- 21 Реакторды «сын асты» күйіне көшірген кездегі орын алуы, мүмкін ақаулар.

22 Реакторды тоқтатып, ішкі бөлшектерін тексеріп сараптан өткізу кезінде атқарылатын қауіпсіздік шаралары. Қызметкерлерді сәулеленіп қалудан сақтау шаралары.

23 Ядролық реактордан шығатын қоқыстар. Оларды өңдеу, қайта өңдеу.

24 Ядролық отынды өндіру, өңдеу кезінде пайда болатын қоқыстар. Оларды көму, сақтау технологиясы.

СӨЖ / СОӨЖ бойынша тапсырмалар және әдістемелік ұсыныстар.

Білім мен құзыретті бақылау формалары:

Бақылау жұмыстары: семестрде ___ жұмыс

СӨЖ: жеке және топтық тапсырмалар СӨЖ ұйымдастыру технологиясына байланысты (реферат, презентация, эссе, жобаны қорғау, аналитикалық шолу және т.б. тапсырмалар жобалық-зерттеу сипатында).

АБ: _____

Аралық бақылау: емтихан емтихан сессиясы кезінде.

Аралық бақылау пәннің мазмұнына кіретін теориялық және практикалық сұрақтар бойынша жүргізіледі (7, 8 апта).

Модульдің пәндері бойынша кеңесті оқытушының кеңсе-сағаты (СОӨЖ) уақытында алуға болады.

Білім және құзыретті бағалау тәртібі, % баллдар

Бақылау жұмыстары	?	
Практикалық сабақтарға қатысуы және белсенділігі	?	60
Жеке немесе топтық тапсырмалар (СӨЖ)	?	
Аралық бақылау (емтихан)	?	40

Аралық бақылау (жазбаша немесе ауызша) және емтихан өткізу формасы – жазбаша

Білімді бағалау шкаласы:

Әріптік жүйе бойынша бағалау	Балдардың сандық эквиваленті	% мәні	Дәстүрлі жүйе бойынша бағалау
A	4,0	95-100	Өте жақсы
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Жақсы
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Қанағаттанарлық
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	

D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Қанақаттанарлықсыз
I (Incomplete)	-	-	Пән аяқталмаған (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
P (Pass)	-	-	«Есептелінді» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
NP (No Pass)	-	-	«Есептелінбейді» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
W (Withdrawal)	-	-	«Пәннен бас тарту» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
AW (Academic Withdrawal)			Пәннен академиялық себеп бойынша алып тастау (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
AU (Audit)	-	-	« Пән тыңдалды» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
Атт-ған		30-60 50-100	Аттестатталған
Атт-маған		0-29 0-49	Аттестатталмаған
R (Retake)	-	-	Пәнді қайта оқу

Академиялық мінез-құлық және әдептілік саясаты

Толерантты болыңыз, басқалардың пікірлерін құрметтеңіз. Қарсылықтар нақты формада тұжырымдалсын. Плагиат және басқа әділетсіз жұмыстарға жол жоқ. СӨЖ, аралық бақылау және емтихан тапсыру барысында көшіруге және басқадан көмек сұрауға, басқа адамдардың шығарған есептерінің көшірмесін алуға, басқа студенттің орнына емтихан тапсыруға жол берілмейді. Курстың кез келген мәліметін бұрмалаған студенттің қорытынды бағасы «F» болады.

Кафедра мәжілісінде қарастырылды

№ ___ хаттама « ___ » _____ 20__ ж.

Кафедра меңгерушісі

Дәріс оқушы

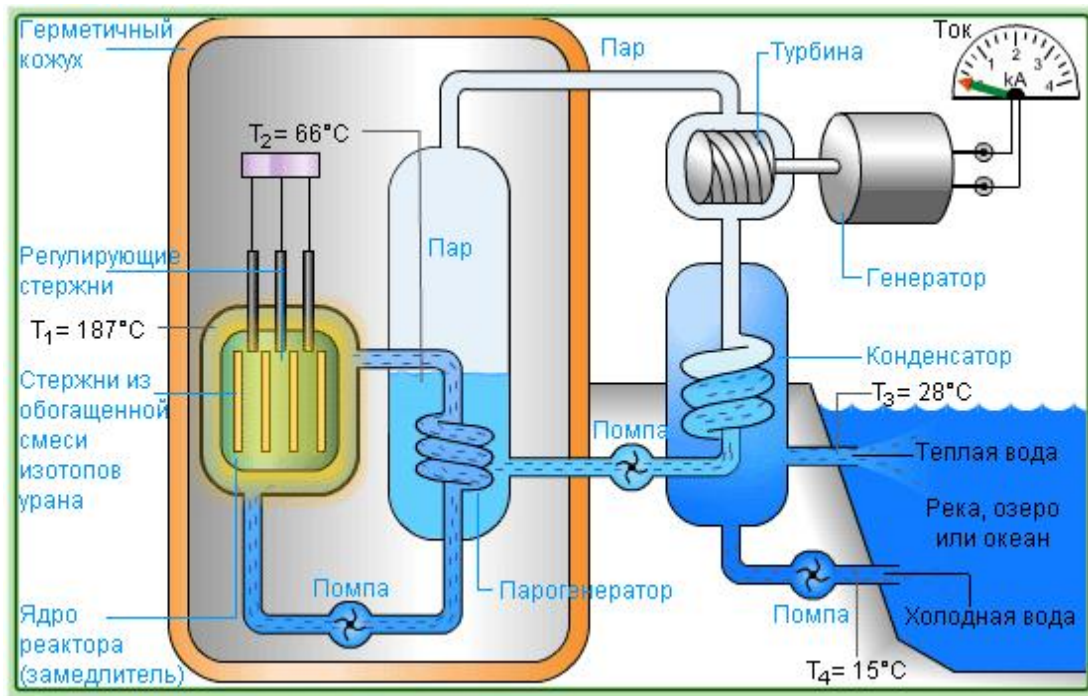
* Силлбустың көлемі 6-7 бет.

** Модульдің пәні оқу материалдары тақырыптық топтастырылған 3-4 тақырыптық блоктан тұрады.

**«Ядролық қауіпсіздік және ядролық қоқыстарды сақтау технологиясы»
пәні бойынша дәрістердің қысқаша конспектісі**

Дәріс №1. Ядролық жылу қондырғысының құрылысы.

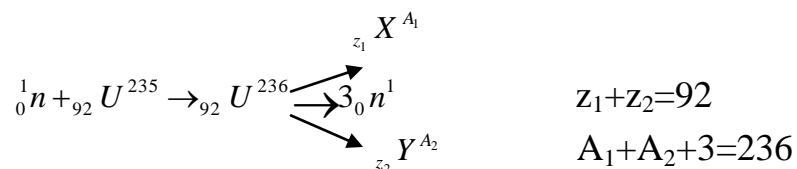
Ядролық жылу қондырғысы 1) Ядролық реактордан. 2) Жылутасмалдағыш және жылу алмастырғыш бөліктен, 3) Жылу энергиясын тұтынушыларға тікелей тарайтын желіден, 4) Жылу энергиясын электр энергиясына айналдыратын турбиналардан тұрады. Аталған бөліктер өзара үнемі байланыста болады және олардың жұмысы бір орталықтан автоматты түрде басқарылады. Бір бөлікте орын алған ақаулық басқа бөліктің жұмысына тікелей әсер етеді, тіпті автоматты түрде реакторды сөндіріп тастауға дейін барады.



1-сурет. Ядролық жылу қондырғысының құрылысы.

Дәріс№2. Ядролық реактордың белсенді аймағында жүретін физикалық процесстер.

Реактордың белсенді аймағында ядролық бөліну реакциясы жүреді. Соның нәтижесінде энергия бөлініп шығады. Бөлінетін элемент ретінде ауыр элементтердің бірі қолданылады (уран, торий, актиний, плутоний изотоптары). Қазіргі реактордың көпшілігінде байытылған уран-235 изотопы пайдаланылады. Реакция былай жүреді:



Реакцияның жүру жүрмеуі уран-235-тің нейтронды қармап алу ықтималдығына тәуелді. Нейтронның ядроға қармалып қалуы терең серпімсіз шашырау деп аталады. Уран-235-тен серпімсіз шашыраудың көлденең қимасы нейтрондардың энергиясы азайған сайын өседі. Ал бөлінуден пайда болған нейтрондардың энергиясы $\sim 2 \div 3$ мэВ. Бұл нейтронды «жылы» нейтрондарға ($E_n = 0.025$ эВ) айналдыру үшін уран орналасқан ыдысты баяулатқыш ортамен қоршап тастайды. Егер бөлінетін элемент баяулатқышпен бір дененің молекулалары ретінде өзара араласып жатса, ол ортаны *гомогенді* деп, ал бөлінетін элемент пен баяулатқыш біріне бірі жақын орналасқан бөлек-бөлек дене болса, ол ортаны *гетерогенді* деп атайды. Уран мен баяулатқыштың арасына қалауымызша енгізіп немесе шығарып алатындай етіп нейтрон жұтқыш дінгектер орналастырылады. Бұл дінгектер реакторды іске қосып немесе өшіру үшін қызмет атқарады. Осы

аталған заттардың сыртынан нейтрондарды қайтадан ішке қарай шағылдыратын затпен орап тастайды. Ол заттың міндеті белсенді аймақтан нейтрон шығып кетпеуін қамтамасыз ету. (Әрине, аздаған бөлігі шығып та кетеді, ол процесс ықтималдық заңына бағынады. Дегенмен қайта шағылдырғыштың көмегімен нейтрон ағынының денін реакцияға қатысуға мәжбүрлейді). Уран бөлінген кезде босаған энергияны белсенді аймақтан алып шығып қажетті орынға жеткізу үшін аймақтың ішін еркін аралап өтетін түтік орналастырылады. Оның ішімен сұйық немесе газ ағызып қояды. Осы сұйық жылуды белсенді аймақтан алып шығады. Оны «жылу тасмалдаушы элемент (Ж.Т.Эл) деп атайды. Міне белсенді аймақта қысқаша осындай физикалық процесстер жүреді.

Дәріс№3. Реакторды жобалық қуатқа шығару кезінде болуы мүмкін қауіптер.

Реактордың белсенді аймағында пайда болған кездейсоқ нейтрон уранның бір ядросымен қамтылу реакциясына түсіп соның салдарынан уран екі жарықшаққа бөлінсе, онда жарықшақтармен қосарланып орташа есеппен 3 нейтрон ұшып шығады. Егер осы үшеудің біреуі көршілес жатқан уран ядросымен реакцияға түсіп соның салдарынан ол ядро да бөлініп, реакция тоқтап қалмай жалғаса берсе, бұл процесті өзін-өзі қолдайтын тізбекті реакция орын алды дейді. Тізбекті реакция жүру үшін әрбір бөлінген ядроның соңынан тағы да бір ядро бөлініп отыруы қажет. Бір мезетте N нейтрон реакцияға қатысса, оны бірінші буын нейтроны десек, келесі бір мезетте нейтронның пайда болуының n -ші буыны кезінде Nk^n нейтрон реакцияға қатасады. Егер k -нейтронның көбею коэффициенті 1-ге тең болса, онда кез-келген мезетте реакцияға қатысатын нейтрон саны тұрақты N болады. Яғни уақыт бірлігінде бөлініп жатқан ядроның саны да тұрақты, бөлінген жылу да тұрақты. Бұл жағдайды реактордың сындық күйі дейді. Ал егер $k > 1$ болса, онда бұл күй «сын үсті» күйі деп, егер $k < 1$ болса «сын асты» күйі деп аталады. Сын үсті күйінде реакцияға қатысатын нейтрондар саны артып, уақыт бірлігінде бөлінетін ядро саны көбейіп белсенді аймақтың температурасы артып, тіпті арнайы іс-әрекет жасамаса реактор бақылаудан шығып апатқа алып қашуы мүмкін. Сондықтан белсенді аймақты ұзақ уақыт бақылаусыз сын үсті күйінде қалдыруға болмайды. Реактордың сын үсті күйде болатын жағдайы оны жобалық қуатқа шығару кезінде орын алады. Реактордың қуатын аттыру үшін уақыт бірлігіндегі бөлініп жатқан ядролардың санын арттыру керек. Ол үшін $k > 1$ болуы қажет. Бұл күйде белсенді аймақты аз уақытқа ғана ұстап, қайтадан $k = 1$ күйіне көшу керек. Осылайша секіртуі отырып қуатты жобалық күйіне жеткізеді. Міне осындай секірту кезінде кенеттен реактор апатқа алып қашуы мүмкін. Ол үшін арнайы іс-әрекеттер мен автоматиканы іске қосу алдын ала көзделген.

Дәріс№4. Атомдық электростанциялардың қауіпсіздігі.

АЭС-тің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесі шараларды жүзеге асыру қажет:

Жобалау кезіндегі шаралар .

1. Көп қабатты қорғаныс принципі. Жобалау кезінде сенімді қауіпсіздік қорын жасау.

1) Жерсілкінісіне, реактор орналасқан ғимаратқа самолеттің құлауына, бомбаның жарылуына, өрттің шығуына қарсы қажетті және жеткілікті шараларды іске асыру.

Жер сілкінісіне қарсы шараларға: а) станция салынатын жердің қыртысын алдын ала геодезиялық, геофизикалық зерттеу жұмыстары кіреді. Жер қыртысы жеткілікті мөлшерде мықты және тұрақты болғаны қажет. (үлкен бүтін қыртыстың үстін таңдау қажет, геологиялық сынықтардың арасындағы жырықтардан аулақ болғаны мұқият қадағалануы керек); ә) Құрылыс материалдарының мықтылығы сол аймақта салынатын басқа ғимараттардың материалдарына қарағанда ең аз дегенде 3 есе жоғары болуы қажет.

б) Жер сілкірудің әсері туралы жаңа мәліметтер алғанда соған сәйкес істелінетін қосымша іс-шаралар барлық АЭС-терде жүзеге асырылуы міндет. в) Жеткілікті мөлшерде мықтылық қорын жасау. Ол үшін дәл АЭС-тің материалдарынан арнайы жасалған ғимаратты үлкен виброплатформаларда сынақтан өткізу қажет.

2) Станция жұмыс істеп тұрған кезде болуы мүмкін барлық төтенше уақиғаларды алдын ала автоматтық режимде ескерту. Қате істелінетін әрекеттердің орын алғанын тіркеп, ол әрекеттің іске асырылмауын автоматты түрде қамтамасыз ету.

3) Реактордың жұмысы қалыпты күйден шығып кеткен жағдайда: а) Реактордың жұмысы қалыпты күйден шығатынын алдын ала болжау жүйесі енгізілуі керек.

ә) Реактордың жұмысын автоматты тоқтату жүйесі іске асырылуы қажет.

4) Жоғарыдағы жүйелерден ақау болып реактор апаттық күйге алып қашқан жағдайда: а) Реактордың белсенді аймағын суытудың апаттық жүйесін енгізу қажет. ә) Реактордың сыртқы қорғаныс қабаттарын автоматты түрде жауып тастайтын жүйе енгізілуі қажет. Бұл жүйелер қоршаған ортаға радиоактивті заттардың шығып кетпеуін қамтамасыз етуі қажет.



Сурет1. АЭС қауіпсіздігіне сәйкес элементтер және олардың классификациясы «Атом электр станцияларындағы ортақ қамтамасыздандыру жағдайы».



сурет2. МАГАТЭ құжаттарына сәйкес АБЖ қауіпсіздігі үшін маңызды классификацияларға мысал.

Дәріс №5. Пайдалану кезіндегі шаралар

1. АЭС-ті пайдалану кезінде іске асырылуға тиісті әрекеттердің ойдағыдай істеліп жатқанын бақылау, техникалық тексеру. АЭС-ті жобалық қуат деңгейіне көтеру алдындағы істелінетін жұмыстардың мазмұны: 1) жобалауда көрсетілген бақылаушы жүйелердің, олардың өзара байланысын автоматты түрде қамтамасыз ететін жүйелердің жұмыстарын қатаң сынақтан өткізу, сынақтан сүрінбей өткен жүйелердің бірқалыпты, үздіксіз істеуін автоматты түрде бақылап отыру.
2. Жылу шығарушы элементтерді (ЖШЭ) тұрақты орнына орналастыру.
3. Суытқыш жүйені іске қосып, сынақтан өткізіп, оның еш кілтипансыз жұмыс істеп тұрғанына көз жеткізу, автоматты түрде бірқалыпты, үздіксіз істеуін қамтамасыз ететін автоматтық жүйенің жұмысын тексеру.
4. Жылу тасымалдаушы жүйені іске қосу. Оның жұмысын сынақтан өткізу. өлшеуіш құрал-жабдықтардың жұмысын тексеру, автоматты түрде бақылау.
5. Қауіпсіздікті қамтамасыз етуге жауапты жүйелердің жұмысын тексеріп сынақтан өткізу.

АЭС-ті жобалық қуат деңгейіне көтергеннен кейінгі жұмыстардың мазмұны:

1. АЭС-тің жұмысын қадағалайтын жүйелердің жұмысын тұрақты, автоматталған түрде бақылап отыру.
2. Инженер-техникалық қызметкерлердің жұмысын бақылау.

Үздіксіз істелінетін жұмыстар.

1. Инженер-техникалық кадрларды оқытып, дайындау, ауық-ауық біліктілік деңгейін тексеруден өткізіп тұру.
2. АЭС-тің ішіндегі, сыртындағы радиациялық жағдайға тұрақты мониторинг жүргізіп, бақылап отыру. Бұл іс ауадағы, топырақтағы, жер асты суындағы радиация деңгейін үнемі үздіксіз көрсетіп тұруы қажет.

Аралық тексеру жұмыстары

1. Ішкі аралық тексеру. Бекітілген кесте бойынша барлық тіркегіш, есептегіш, дабыл қаққыш, автоматты түрде алдын ала ақпарат бергіш, апатқа алып қашқан жағдайда реакторды сөндіруге бағытталған іс-әрекеттерді іске қосушы құрал-жабдықтар мен жүйелердің жұмысын тексеріп тұру.
2. Мемлекеттік тексеруші құқықтық орындардың жұмысын тексеріп тұру.

Дәріс№6. Апаттық жағдайдың алдын алу мақсатында істелінетін шаралар.

1. Төтенше жағдайда істелінетін шаралардың алдын алатын іс-қимылардың кеңейтілген мазмұнын жасап, бекіту.
2. Орын алуы мүмкін болатын төтенше жағдайға қарсы әрекеттерді пысықтау үшін оқу-жаттығу жұмыстарын жүргізу.

Апаттық күйдің болатыны туралы берілген «белгі» мен оған «жауап» арасындағы уақытты үйлестіру мәселелері.

Ядролық реактор жобадағы көрсетілген қуатқа шыққаннан кейін бірқалыпты үздіксіз және қауіпсіз жұмыс істеуін арнайы орнатылған автоматты жүйелер қамтамасыз етеді. Ол жүйелердің жұмысы «ертерек» хабар беріп тұратын әртүрлі тіркегіштерден, өңдейтін электрондық желілерден, қауіпті «белгіге» жауап ретінде реактордың көбею коэффициентін «1»-дің маңайында ұстап тұратын жүйеден тұрады. Тіркегіштер негізінен белсенді аймақтағы ЖШЭ-тердің температурасын контакталық және алыстан өлшейтін термометрлерден, аймақ ішіндегі нейтрондар ағынын және оның энергетикалық спектрін анықтайтын құралдардан тұрады. Тіркегіштерден түскен «белгілер» арнайы құрастырылған электрондық желілерде өңделіп одан шыққан «жаңа белгі» басқару пультіне жеткеннен кейін автоматты түрде «жауап» жүйесі іске қосылады. «Жауап» жүйесінің міндеті реактордың көбею коэффициентінің тербелу амплитудасын азайтып $k=1$ дің маңайында бірқалыпты ұстап тұру. Ол үшін әртүрлі жауап жүйелері қолданылады. Соның ішінде қазіргі кезде қолданылып жүрген екі жүйені алып, олардың «сенімділік коэффициенті» деп аталатын параметрлерін салыстырып көрелік. «Жауап» жүйелерінің жұмыс істеу принципі белсенді аймақтағы нейтрондар ағынын көбейтіп немесе азайту арқылы көбею коэффициентін тұрақтандыру, яғни нейтрон ағыны өсетін болса, оны жұтып, азаятын болса оны керісінше көбейтуді қамтамасыз ету. Осы мақсатта нейтронды жұтатын элемент белсенді аймаққа жеткілікті мөлшерде тез енгізіліп немесе тез шығарылып тұратын жүйе жұмыс істейді. Нейтронды жұтатын элемент ретінде көбінесе графит немесе кадмий дінгектері қолданылады.