

**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**ФИЗИКА-ТЕХНИКАЛЫҚ ФАКУЛЬТЕТІ**

**теориялық және ядролық физика кафедрасы**

**Келісілген:**  
Факультет деканы  
\_\_\_\_\_ Давлетов А.Е.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 ж.

**Университеттің ғылыми-  
әдістемелік кеңесінде бекітілді**  
Хаттама № \_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 2016 ж.  
Оқу жұмысы жөніндегі проректор  
\_\_\_\_\_ Ахмед-Заки Д.Ж.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 ж.

**ПӘННІҢ ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІ**

**ЭЛЕМЕНТАР БӨЛШЕКТЕР ФИЗИКАСЫ**  
(пәннің аты)

**Ядролық физика– 5В060500**  
(шифры, аты)

Оқу түрі **күндізгі, 3 курс, күзгі, семестр**

**Алматы 2016 ж.**

**ПОӘК дайындаған Жауғашева С.А., доцент, ф.-м.ғ.к.**

ПӘК «Ядролық физика– 5В060500» мамандықтың негізгі оқу жоспары, пәннің негізгі оқу бағдарламасы және пәндер каталогы негізінде әзірленді.

Теориялық және ядролық физика кафедрасының мәжілісінде қаралып ұсынылды.

« » 2016 ж., хаттама №

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ Әбішев М.Е.  
(қолы)

**Факультеттің әдістемелік (бюро) кеңесінде ұсынылды.**

« » 2016 ж., хаттама №

Төрағасы (Төрайымы) \_\_\_\_\_ Габдуллина А.Т.  
(қолы)

**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**  
**Физика-техникалық факультеті**  
**Теориялық және ядролық физика кафедрасы**

**Физика техникалық факультеті**

Ғылыми кеңесінің мәжілісінде бекітілді

№ \_\_\_\_\_ хаттама « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 ж.

Факультет деканы \_\_\_\_\_ Давлетов А.Е.

**Мамандық 5В060500, Ядролық физика**

**СИЛЛАБУС**

**Модуль №--, аты**

**Пәннің коды, Элементар бөлшектер физикасы**

**5 курсы, к/б, семестрі (күзгі)**

**Дәріскер:**

Жаугашева Сауле Аманбаевна, ф-м.ғ.к., доцент, тел. 8 771 488 28 83 e-mail: sazh\_74@mail.ru, каб.: 204, 304

**Оқытушы (практикалық, семинар, зертханалық сабақтар):**

Жаугашева Сауле Аманбаевна, ф-м.ғ.к., доцент, тел. 8 771 488 28 83 e-mail: sazh\_74@mail.ru, каб.: 204, 304

**Пәннің мақсаттары мен міндеттері:**

**Мақсаты:** Ядролық физика қоршаған әлем құрылымы мен макро және микроәлемдегі құбылыстарды басқаратын заңдылықтар туралы білім ортасында жатқан ғылым. Берілген пәнді оқыту мақсаты, оның ядролық физика мамандарын дайындаудағы маңызы мен орны: негізгі ядролық физика ұғымдары, заңдары және оларды қолдану салаларының қазіргі заманғы өзекті мәселелерімен таныстыру; микроәлем туралы ғылымның қазіргі белгілі заңдарын, заңдылықтарын, құбылыстарын үйрету; микроәлем құбылыстарын өрнектейтін негізгі формулаларды қорыту; есеп шығару әдістері мен негізгі ядролық физикалық тұрақтылықтарды есептеу әдістерін игеру; зертханалық жұмыстар орындау, физикалық тәжірибелер мен ғылыми зерттеулер жүргізу әдістемелерін игеру.

**Міндеттері:** Ядролық физикада болатын заңдылықтарын түсіндіру, осы салада есептер шығартумен қатар лабораториялық жұмыстар жасату арқылы пәнді терірек түсіндіру.

**Құзыреттері (оқытудың нәтижелері):** атом ядросын теориялық сипатта толық түсініп, ондағы құбылыстарды жетік меңгеру.

**Пререквизиттері:** жалпы курс көлеміндегі физика және математика, жоғарғы математика, кванттық механика, атомдық физика

**Постреквизиттері:** жалпы курс көлеміндегі физика және математика, жоғарғы математика, кванттық механика, атомдық физика

### ПӘННІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН МАЗМҰНЫ

Апта	Тақырып аты	Сағат саны	Максималды балл
<b>Модуль 1. Бөлшектер мен принциптер. Гравитация. электродинамика</b>			
1	1 дәріс. Кіріспе. Элементар бөлшектер физикасының заманауи тәжірибелік нәтижелері.	2	
	1 семинар сабағы. Шредингердің релятивисттік теңдеуін шешу жолдары	1	5
	<b>СОӨЖ 1. Өрістің кванттық теориясында электро-магниттік әсерлесуінде <math>\mu</math> - сутегісінің энергетикалық спектрін және қасиеттерін анықтау.</b>	1	7
2	2 дәріс. Негізгі әсерлесулер. Адрондар мен лептондар	2	
	2 семинар сабағы. Екі электронды атомдық жүйені осцилляторда өрнектелу әдісіне көшіру	1	6
	<b>СОӨЖ 2. Ядролық реакциялардағы ядролық күштер</b>	1	6
3	3 дәріс. Гравитация. Кванттық электродинамика (КЭД). Фейнмандық диаграмма тілі. Вакуум поляризациясы.	2	
	3 семинар сабағы. Изотоптық спин	1	5
	<b>СОӨЖ 3. Ядроның кванттық сипаттамасы мен серпімсіз процестердің сипаттамасы арасындағы байланыс</b>	2	7
<b>Модуль 2. Күшті әсерлесу</b>			
4	4 дәріс. Адрондар мен кварктар. Қыңыр бөлшектер.	2	
	4 семинар сабағы. $\pi^+$ , $\pi^0$ , $\pi^-$ – кварктық құрылымын анықтау	1	6
	<b>СОӨЖ 4. Көпэлектронды атомдар үшін жазылған ШТ.</b>	1	6
5	5 дәріс. Иістер мен ұрпақтар. Түстер мен Глюондар	2	
	5 семинар сабағы. Нуклондардың кварктық құрылымын анықтау. Кварктардың ашылуы. Кварк не үшін керек?	1	5
	<b>СОӨЖ 5. Кулон және молекулалық потенциалдар үшін ШТ.</b>	2	7
6	6 дәріс. Кванттық хромодинамика (КХД). Асимптотикалық еркіндік пен конфайнмент. Киральды симметрия.	2	
	6 семинар сабағы. Дирактың теңдеуі. Клейн-Гордан теңдеуі	1	6
	<b>СОӨЖ 6. Экзотикалық ядролардың қасиеттері мен негізгі сипаттамалары</b>	1	6

<b>Модуль 3. Әлсіз әсерлесу</b>			
7	7 дәріс. Әлсіз шашыраулар. Әлсіз реакциялар.	2	
	7 семинар сабағы. Бақылау жұмысы 1.	1	5
	СОӨЖ 7. Екі электронды атом-ның энергия деңгейін ұйытқу әдісімен есептеу	2	7
	Коллоквиум		16
	<b>1 Аралық бақылау</b>		<b>100</b>
8	<b>Midterm Exam</b>		<b>100</b>
8.	8 дәріс. Зарядталған токтың қосылғыштары. Айналық асимметрия. V-A ток. C-(заряд), P-(жұп), T-(уақыт) симметриялар.	2	
	8 семинар сабағы. Парабола потенциалы үшін негізгі күйдегі энергетикалық спектрін есептеу	1	5
	СОӨЖ 8. C-(заряд), P-(жұп), T-(уақыт) симметриялары	1	5
9	9 дәріс. Нейтралдық тоқтар. Нейтринолық массалар мен осцилляциялар. Екі ретті $\beta$ ыдырау.	2	
	9 семинар сабағы. Осцилляторда өрнектелу әдісімен конфайнмент потенциалындағы энергетикалық спектрін есептеу.	1	4
	СОӨЖ 9. Осцилляторда өрнектелу әдісімен бір глюондық потенциалы үшін ШТ	2	6
<b>Модуль 4. Электроәлсіз теория</b>			
10	10 дәріс. Әлсіз әсерлесудің ерекшеліктері. $SU(2) \times U(1)$ симметрия.	2	
	10 семинар сабағы. $SU(2)$ , $SU(3)$ симметрияларын есептеу.	1	5
	СОӨЖ 10. Кулон және молекулалық потенциалдар үшін ШТ	1	5
11	11 дәріс. Фотон мен Z-бозон. Зарядталған тоқтардың әсерлесуі. Нейтрал тоқтардың әсерлесуі.	2	
	11 семинар сабағы. Нуклондардың кварктық құрылымын анықтау.	1	4
	СОӨЖ 11. Экзотикалық ядролардың қасиеттері мен негізгі сипаттамалары.	2	6
12	12 дәріс. W және Z-бозондарын іздеу. Симметрияның бұзылуы. Хигс бозоны.	2	
	12 семинар сабағы. Бете-Солпитер теңдеуін қолданып сатылық жуықтауда функционалды интегралдарды есептеу	1	5
	СОӨЖ 12. Екі электронды атом-ның энергия деңгейін ұйытқу әдісімен есептеу.	1	5
<b>Модуль 5. Бірігудің келешектері</b>			
13	13 дәріс. $SU(5)$ тобындағы фермиондар. $SU(5)$ тобындағы калибрлік бозондар.	2	
	13 семинар сабағы. Осцилляторда өрнектелу әдісімен конфайнмент потенциалы үшін ШТ	1	4
	СОӨЖ 13. Сыртқы калибрлі өрістегі Грин функциясының анықталуы	2	6

14	14 дәріс. Протонның ыдырауы. Магниттік моноөрістер. Модельдер.	2	
	14 семинар сабағы. Осцилляторда өрнектелу әдісімен конфайнмент потенциалындағы энергетикалық спектрін есептеу	1	5
	СОӨЖ 14. Квazипотенциалдық әдіс аясында байланысқан күйдің массалық спектрін анықтау	1	5
15	15 дәріс. Суперсимметрия. Бірігудің модельдері мен үлкен жарылыс.	2	
	15 семинар сабағы. Модельдерге арналған есептер. Бақылау жұмысы 2.	1	4
	СОӨЖ 15. Байланысқан күйдің массалық спектрін анықтаудағы функционалдық әдіс	2	6
	Коллоквиум		20
	<b>2 Аралық бақылау</b>		<b>100</b>
	<b>Емтихан</b>		<b>100</b>
	<b>БАРЛЫҒЫ</b>		<b>400</b>

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

### Негізгі:

- [1]. Л. Б. Окунь, Физика элементарных частиц, Москва, «НАУКА», 1984  
[2]. Ю. М. Ширков, Н.П. Юдин, Ядерная физика, М.: Наука, 1980-540 б.  
[3]. Жусупов М.А., Чумалова Р.А. Введение в теорию атомного ядра. Алма-Ата; Изд. КазГК, 1978-131с.  
[4]. А.С. Давыдов, Теория атомного ядра М.: ФМ, 1958 - 704 б..

### Қосымша:

- [1]. Неудачин В.Г., Смирнов Ю.Ф. Нуклонные ассоциации в легких ядрах. М.: Изд. МГУ-1969  
[2]. Скачков А.Б. и др. Сборник задач по ядерной физике. М.: Наука, 1968-643 с.  
[3]. Қадыров Н.Б. Ядролық физика негіздері. Алматы «Қазақ университеті» 2000-526 б.

## ПӘННІҢ АКАДЕМИЯЛЫҚ САЯСАТЫ

Жұмыстардың барлық түрін көрсетілген мерзімде жасап тапсыру керек. Кезекті тапсырманы орындамаған, немесе 50% - дан кем балл алған студенттер бұл тапсырманы қосымша кесте бойынша қайта жасап, тапсыруына болады.

Орынды себептермен зертханалық сабақтарға қатыспаған студенттер оқытушының рұқсатынан кейін лаборанттың қатысуымен қосымша уақытта зертханалық жұмыстарды орындауға болады. Тапсырмалардың барлық түрін өткізбеген студенттер емтиханға жіберілмейді

Бағалау кезінде студенттердің сабақтағы белсенділігі мен сабаққа қатысуы ескеріледі.

Толерантты болыңыз, яғни өзгенің пікірін сыйлаңыз. Қарсылығыңызды әдепті күйде білдіріңіз. Плагиат және басқа да әділсіздіктерге тыйым салынады. СӨЖ, аралық бақылау және қорытынды емтихан тапсыру кезінде көшіру мен сыбырлауға, өзге біреу шығарған есептерді көшіруге, басқа студент үшін емтихан тапсыруға тыйым салынады. Курстың кез келген мәліметін бұрмалау, Интранетке рұқсатсыз кіру және шпаргалка қолдану үшін студент «F» қорытынды бағасын алады.

Өзіндік жұмысын (СӨЖ) орындау барысында, оның тапсыруы мен қорғауына қатысты, сонымен өткен тақырыптар бойынша қосымша мәлімет алу үшін және курс бойынша басқа да мәселелерді шешу үшін оқытушыны оның келесі офис-сағаттарында таба аласыз:

Әріптік жүйе бойынша бағалау	Балдардың сандық эквиваленті	% мәні	Дәстүрлі жүйе бойынша бағалау
A	4,0	95-100	Өте жақсы
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Жақсы
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Қанағаттанарлық
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Қанағаттанарлықсыз
I (Incomplete)	-	-	Пән аяқталмаған (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
P (Pass)	-	-	«Есептелінді» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
NP (No Pass)	-	-	«Есептелінбейді» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
W (Withdrawal)	-	-	«Пәннен бас тарту» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
AW (Academic Withdrawal)			Пәннен академиялық себеп бойынша алып тастау (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
AU (Audit)	-	-	«Пән тыңдалды» (GPA есептеу кезінде есептелінбейді)
Атт-ған		30-60 50-100	Аттестатталған
Атт-маған		0-29 0-49	Аттестатталмаған
R (Retake)	-	-	Пәнді қайта оқу

Кафедра мәжілісінде қарастырылған  
№ \_\_\_ хаттама « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_  
Дәріс оқушы \_\_\_\_\_

Абишев М. Е.  
Жауғашева С. А.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ**

**ТИПТІК ОҚЫТУ БАҒДАРЛАМАСЫ**

**ЭЛЕМЕНТАР БӨЛШЕКТЕР ФИЗИКАСЫ  
(бакалавр)**

**5B060500 – Ядролық физика**

3 кредит

Алматы 2016

Алғы сөз

**1. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті ӘЗІРЛЕГЕН  
ЖӘНЕ ЕНГІЗГЕН**

Авторлары:

Жауғашева С.А. – физико-математика ғылымдарының кандидаты,  
доцент

**2. РЕЦЕНЗЕНТ:**

Дуйсебаев А.Д.- физико-математика ғылымдарының докторы,  
профессор.

**3. Оқу-ғылыми Кеңестің «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж. № \_\_\_\_\_  
хаттамасымен «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж. БЕКІТІЛДІ ЖӘНЕ КҮШІНЕ  
ЕНДІ**

4. Типтік оқыту бағдарламасы 5В060500-Ядролық физика  
мамандығының тәжірибелік білім беру бағдарламасына сәйкес  
жасалды.

**5. «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ жылы № \_\_\_\_\_ хаттаманың оқу-  
әдістемелік комиссияның мәжілісінде ҚАРАСТЫРЫЛҒАН**

## ТҮСІНІКТЕМЕ ХАТ

**Пәнінің сипаты.** Табиғат заңдарын ядролық және субядролық деңгейде қалыптастыратын микроәлем туралы ғылым «Атом ядросының құрылымы» пәні базалық пәндер қатарына жатады. Оның түсініктері, ұғымдары және зерттеу әдістері фундаменталды сипатқа ие, әрі әлемнің жаратылыстануғылымдық көрінісі негізінде жатыр. Ол Ғалам эволюциясының өте кіші мен өте үлкен арасындағы байланысына негізделген замануи түсінігінде маңызды рөл атқарады.

**Пәнінің мақсаты мен тапсырмасы.** Студенттердің атом ядросының құрылымы бойынша базалық білім алуы; микроәлемнің құрылымдық ұйымдасуы жайында түсінік, фундаменталды әсерлесулер механизмі, осы пәннің идеялары мен әдістерін меңгеру; меңгерген принциптер мен әдістерді элементар бөлшектер физикасындағы құбылыстар мен процесстерге қолдана білу; симметрия, себептілік, кванттық механика, элементар бөлшектер физикасындағы сақталу заңдарының принциптерін рөлін түсіну; нақты физикалық есептерді шешу дағдысын қалыптастыру. Білімді қорыту мен тереңдету практикалық сабақтарда есеп шығару арқылы жүзеге асады.

**Пәнді оқу міндеті.** Пәнді оқу нәтижесінде студент өндірістік оқыту шеңберіндегі ядролық қондарғыларда жасалатын тәжірибелерде қолданылатын тіркегіштермен жұмыс жасай алуымен қоса, олардың жұмыс жасау принциптері мен қолданылу аясын білуі керек. Зерттеу әдістері. Зерттеудің тәжірибелік және теориялық әдістері. Бөлшектердің көздері мен тіркегіштері. Шашырау процесстері. Тура және кері шашырау есебі, шашырау процесінің кинематикалық және динамикалық сипаттамалары. Шашырау қимасы және ыдырау ықтималдығы.

**Студенттерді дайындау деңгейіне қойылатын талаптар.** «Атом ядросының құрылымы» пәнін меңгеру үшін студенттер жалпы физика курсың, классикалық механиканы, релятивистік кванттық механика негіздерін, электродинамиканы, кванттық механиканың принциптерін білу тиіс.

**Білім, қабілет пен дағдылардың минимумы.** Пәнді оқып-үйрену нәтижесінде студент:

- ядролық физиканың негізгі әдістерін білуге;
- есептеудің негізгі әдістерін ядролық әсерлесулердегі нақты процесстерді зерттеу мен түсіндіруге қолдана білуге;
- ядролық физиканың әр-түрлі есептерін шешуге және ядролық технолгияларды жаңаша өңдеуге қажетті практикалық дағдыларды меңгеруге тиісті.

## ПӘННІҢ ТАҚЫРЫПТЫҚ ЖОСПАРЫ

1. Атом ядросының негізгі сипаттамалары
2. Элементар бөлшектер
3. Фундаменталды әсерлесулер
4. Адрондардың кварктік моделі

## ПӘННІҢ МАЗМҰНЫ

№	Тақырыптың аты
1	<p><b>Кіріспе.</b> Ядролық физика ғажайып жетістіктерімен танымал және өзінің аяқталуынан алыс жатқан үнемі даму үстіндегі ғылым болып табылады. Ол - бүгінгі таңдағы физиканың маңызды бөлімдерінің бірі, әрі оның басқа да салаларымен тығыз байланыста. Ядролық физикасыз Ғаламдағы болып жатқан процестерді түсіну қиын. Микорәлемнің масштабтық деңгейлері. Элементар бөлшектер мен фундаменталды әсерлесулер туралы түсініктердің дамуы. Элементар бөлшектер физикасы мен атом ядросы физикасыны бүгінгі таңдағы дәрежесі.</p>
2	<p style="text-align: center;"><b>НЕГІЗГІ БӨЛІМ</b></p> <p><b>1) Атом ядросының негізгі сипаттамалары.</b> Атом ядросы туралы түсінік, оның негізгі сипаттамалары мен заңдылықтары. Ядроның тамшы және қабыршақтық моделі. Ядролық күштердің симметриясы мен олардың әсерлесу механизмдері. Әсерлесуді жүзеге асыратын виртуалды бөлшектер туралы түсінік. Юкава теориясы.</p> <p><b>2) Элементар бөлшектер.</b> Элементар бөлшектердің негізгі сипаттамалары. Бөлшектердің заманауи классификациясы. Фундаменталды бозондар және фундаменталды фермиондар. Лептондар мен кварктер. Антибөлшектер. Элементар бөлшектер физикасындағы түрленулер мен реакциялар. Элементар бөлшектердің Ғалам эволюциясының стандартты моделіндегі атқаратын рөлі. Фундаменталды фермиондардың тармақтары.</p> <p><b>3) Фундаменталды әсерлесулер.</b> Гравитациялық, электромагниттік, әлсіз және күшті әсерлесулердің негізгі сипаттамалары мен олардың табиғатта көрініс табуы. Фундаменталды әсерлесулердің алмасу механизмі. Бөлшектер - әсерлесуді тасымалдаушылар. Электромагниттік және әлсіз әсерлесу теориясының бірігуі туралы түсінік.</p> <p><b>3) Адрондардың кварктік моделі</b> Кварктер туралы түсінік. Адрондардың кварктік моделінің</p>

	негізгі жағдайлары мен оның тәжірибе тұрғысынан расталуы. Күшті әсерлесу теориясы туралы түсінік. Күшті әсерлесу теориясы мен Юкаваның ядролық күштер теориясы арасындағы байланыс.
3	<p><b>СЕМИНАР САБАҚТАРДЫҢ ЖУЫҚТАЛҒАН ТІЗІМІ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шредингердің релятивисттік теңдеуін шешу жолдары</li> <li>2. Екі электронды атомдық жүйені осцилляторда өрнектелу әдісіне көшіру</li> <li>3. Изотоптық спин</li> <li>4. <math>\pi^+</math>, <math>\pi^0</math>, <math>\pi^-</math> – кварктық құрылымын анықтау</li> <li>5. Нуклондардың кварктық құрылымын анықтау. Кварктардың ашылуы. Кварк не үшін керек?</li> <li>6. Дирактың теңдеуі. Клейн-Гордан теңдеуі</li> <li>7. Парабола потенциалы үшін негізгі күйдегі энергетикалық спектрін есептеу</li> <li>8. Осцилляторда өрнектелу әдісімен конфайнмент потенциалындағы энергетикалық спектрін есептеу.</li> <li>9. SU(2), SU(3) симметрияларын есептеу.</li> <li>10. Нуклондардың кварктық құрылымын анықтау.</li> <li>11. Бете-Солпитер теңдеуін қолданып сатылық жуықтауда функционалды интегралдарды есептеу</li> <li>12. Осцилляторда өрнектелу әдісімен конфайнмент потенциалы үшін ШТ</li> <li>13. Осцилляторда өрнектелу әдісімен конфайнмент потенциалындағы энергетикалық спектрін есептеу</li> <li>14. Модельдерге арналған есептер. Бақылау жұмысы 2.</li> </ol>

## ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕРДІҢ ТІЗІМІ

### Негізгі:

1. С.А.Жауғашева «Атом ядросының құрылымына кіріспе», //Алматы, «Қазақ университеті», 2010
2. О. Бор, Б. Моттельсон. *Структура атомного ядра.*// Москва.-Мир. 1971.
3. Л.В. Окунь. Лептоны и кварки.//Москва.-Наука.- 1990.
4. M. Dineykan, G.V Efimov, G. Ganbold and S.N. Nedelko. *Oscillator representation in quantum physics.*//Lecture Notes in Physics. Springer-Verlag.-Berlin.-1995.-v.26.
5. Дж.Д.Бьёркен, С.Д. Дрелл. *Релятивистская квантовая теория.*//Наука.-ИО НФМИ.-2000.

### Қосымша:

1. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/nucmodl/index.html>
2. И.В. Ракобельская. *Ядерная физика.*//Москва.-Московский универ.- 1981.
3. <http://www.twirpx.com/file/758886/>
4. А.К.Шевелев Структура ядра //Москва-КомКнига-2006