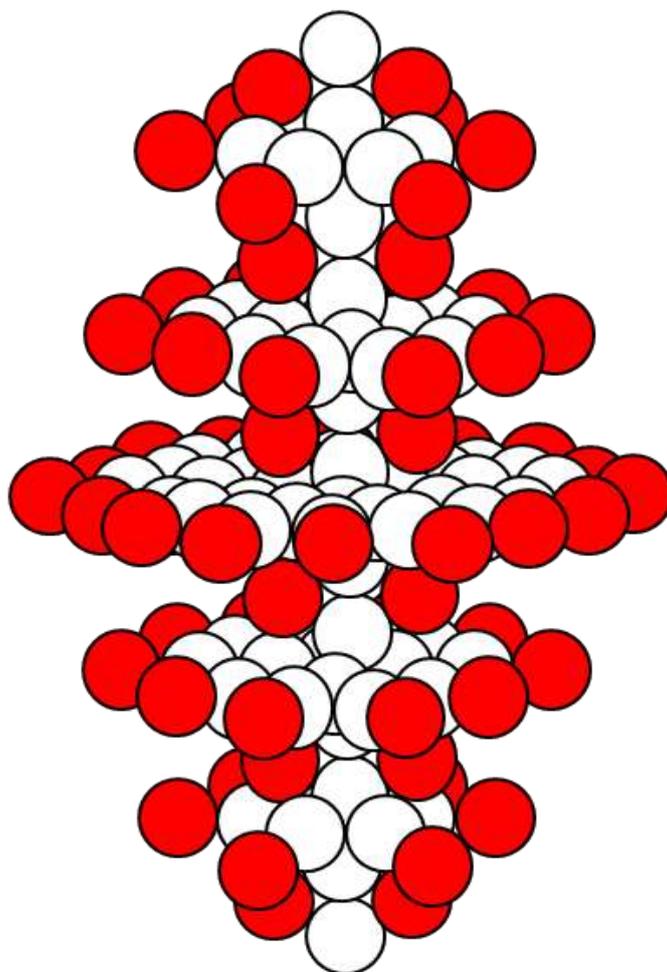


Владимир Викторович Яковлев

Особенности вращения

**ЧАСТЬ 6. Структура тяжёлых атомных
ядер на основе новых представлений
о гидродинамических явлениях**



Россия, Пенза, 2018 год

Оглавление

1.	Основные особенности модели.....	3
2.	Принципы упаковки лишних нейтронов в ядрах	8
3.	Моделирование ядер без f-оболочки	10
4.	Моделирование ядер с одной f-оболочкой	16
5.	Моделирование ядер с двумя f-оболочками	22
6.	Моделирование ядер с тремя f-оболочками	27
7.	Моделирование ядер в неизведанной области	31
8.	Заключение	32
	Литература	37

1. Основные особенности модели

Основные особенности нашей модели атомных ядер были изложены в предыдущих частях монографии «Особенности вращения». Однако имеет смысл кратко повторить эти особенности, чтобы сделать данную часть более автономной.

Первая особенность – каждый нуклон можно условно представить в виде магнитного волчка, в соответствии с чем у нуклона имеются магнитные полюса разной полярности (N и S), экватор и момент вращения (спин), обозначаемый на рисунках стрелочкой. При графическом изображении сбоку видна вся стрелочка, при изображении полюса N видно острие стрелочки в виде точки, при изображении полюса S видно оперение стрелочки в виде крестика.

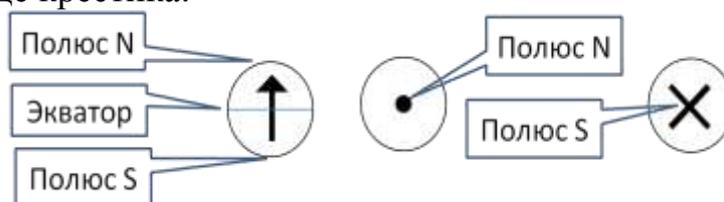


Рисунок 1-1. Графическое изображение нуклона.

Вторая особенность – в зависимости от взаиморасположения между соприкасающимися нуклонами действуют либо ядерные силы притяжения, либо ядерные силы отталкивания. Ядерные силы притяжения между двумя нуклонами действуют либо при контакте разными полюсами, либо при контакте экваторами при противоположном направлении спинов. Ядерные силы отталкивания между двумя нуклонами действуют либо при контакте одинаковыми полюсами, либо при контакте экваторами при одинаковом направлении спинов.

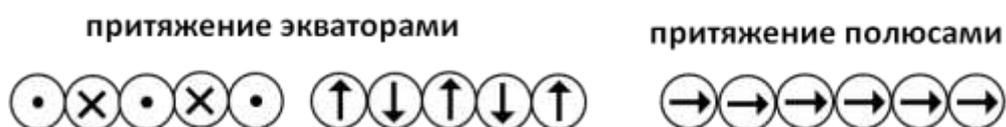


Рисунок 1-2. Действие ядерных сил притяжения между нуклонами

Третья особенность – нейтрон представляет собой комбинацию протона и электрона, в которой электрон вращается по поверхности протона в потенциальной яме экваториальной ложбины.

Четвёртая особенность – все протоны находятся на поверхности ядра. Протон, попавший случайно внутрь ядра, превращается в нейтрон, захватывая электрон из электронной оболочки атома, вращающийся вокруг этого протона в данный момент времени. Нейтрон, случайно оказавшийся на поверхности атомного ядра, в результате внешних воздействий отдаёт электрон в электронную оболочку атома и превращается в протон.



Рисунок 1-3. Крайние нейтроны превращаются в протоны

Пятая особенность – основой любого атомного ядра является нейтронная ось в виде линейной последовательности статических нейтронов, соединённых друг с другом полюсами. Момент вращения оси равен алгебраической сумме спинов всех её нейтронов. Чем массивнее ядро, тем длиннее его нейтронная ось.



Рисунок 1-4. Нейтронная ось сверхтяжёлых ядер

Шестая особенность – динамическими структурами в ядре являются только альфа-частицы и их остатки, где один-два протона вращаются вокруг нейтронной оси из одного-двух нейтронов. В этих комбинациях экваториальное кулоновское отталкивание протонов полностью экранируется нейтронной осью. Все остальные нуклоны в ядре статичны.



Рисунок 1-5. Нуклонные комбинации на основе альфа-частицы

Седьмая особенность – большая часть нейтронной оси атомного ядра составляется из нейтронных осей альфа-частиц, которые последовательно соединяясь друг с другом образуют симметричное нуклонное веретено.



Рисунок 1-6. Нуклонное веретено из трёх, пяти и девяти альфа-частиц

Восьмая особенность – полюсное кулоновское отталкивание протонов соседних альфа-частиц экранируется нейтронами плоских нуклонных слоёв, которые формируются в промежутках между альфа-частицами.

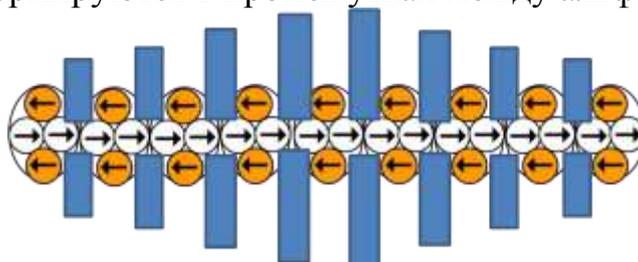


Рисунок 1-7. Изолирование альфа-частиц плоскими нуклонными слоями

Девятая особенность – плоские нуклонные слои состоят из одного или нескольких нейтронных колец, окружённых снаружи протонами. Кольцевая структура позволяет плоскому нуклонному слою легко умещаться вокруг нейтронной оси в промежутках между альфа-частицами.

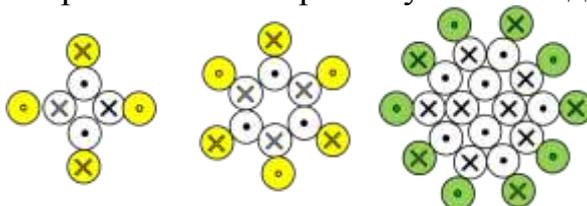


Рисунок 1-8. Примеры плоских нуклонных слоёв (протоны цветные)

Десятая особенность – каждый электрон в электронной оболочке атома в каждый конкретный момент времени связан электрическими кулоновскими силами только с одним протоном атомного ядра и вращается по эллиптической орбите вокруг этого протона. Структура электронной оболочки атома является следствием трёхмерной структуры его ядра. Любые энергетические процессы в электронной оболочке атома являются следствием энергетических процессов в ядре.



Рисунок 1-9. Структура электронной оболочки повторяет структуру ядра

Одиннадцатая особенность – положительные валентные связи атома формируются стационарными протонными валентными лепестками в его ядре. Связанный с протонным лепестком атомный электрон при своем движении по эллиптической орбите вокруг протона создаёт стационарный атомный электронный лепесток.

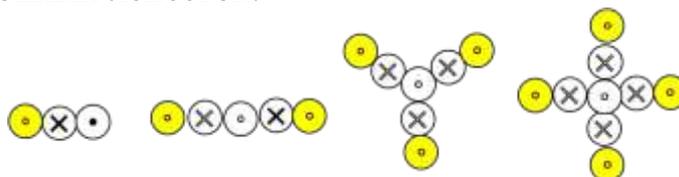


Рисунок 1-10. Протонные валентные лепестки (протоны цветные)

Двенадцатая особенность – сформированные стационарными протонными лепестками соседние электронные лепестки одной полярности отталкиваются друг от друга и формируют положительные валентные связи, соседние электронные лепестки разной полярности притягиваются друг к другу и теряют способность формировать положительные валентные связи. Отсутствующий протон создаёт дырку в протонной оболочке ядра, которая становится причиной формирования в электронной оболочке атома отрицательной валентной связи.

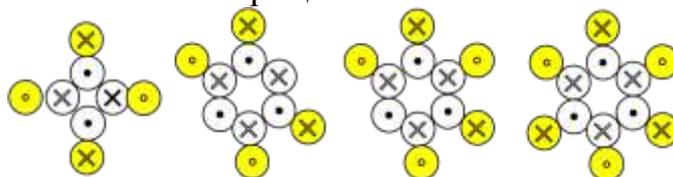


Рисунок 1-11. Соседние протонные лепестки разной полярности

Тринадцатая особенность – динамические протоны альфа-частиц неспособны формировать стационарные электронные лепестки. По этой причине электроны, связанные с протонами альфа-частиц, не участвуют в молекулярных связях. Они лишь создают динамическое электронное облако, которое изолирует полюсное кулоновское отталкивание протонов соседних плоских нуклонных слоёв.

Четырнадцатая особенность – атомное ядро может находиться в разных изомерных состояниях, переход из одного состояния в другое осуществляется в результате какого-либо внешнего воздействия.

Пятнадцатая особенность – химические свойства атома являются следствием трёхмерной структуры его ядра. Если атом имеет несколько валентных состояний, то каждому валентному состоянию соответствует собственное отдельное изомерное состояние ядра.

Шестнадцатая особенность – основное состояние атома является следствием нахождения его ядра в основном изомерном состоянии. В основном состоянии атом чаще всего становится инертным и не вступает в химическую связь с другими атомами.

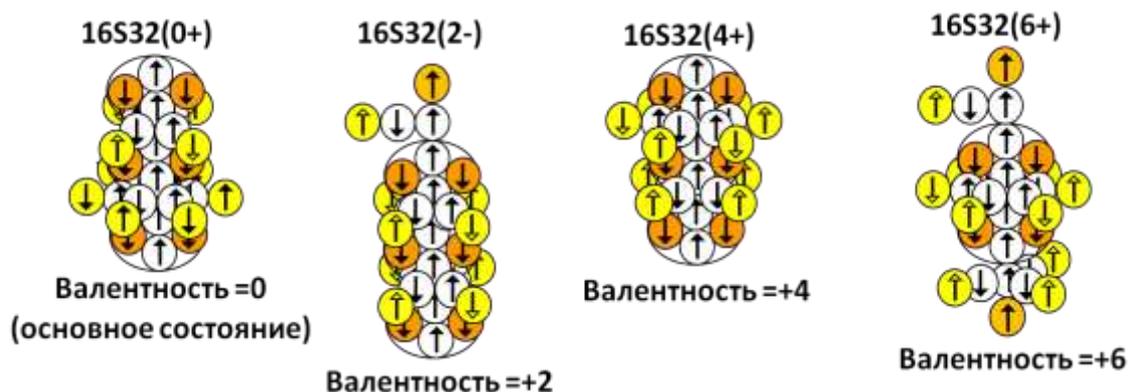


Рисунок 1-12. Изомерные состояния изотопа серы 16S32

Семнадцатая особенность – переход из основного инертного изомерного состояния в какое-либо валентное изомерное состояние осуществляется при внешнем возбуждении атома и его ядра.

Восемнадцатая особенность – валентные изомерные состояния возможны даже у атомов, общепризнано считающимися абсолютно инертными.

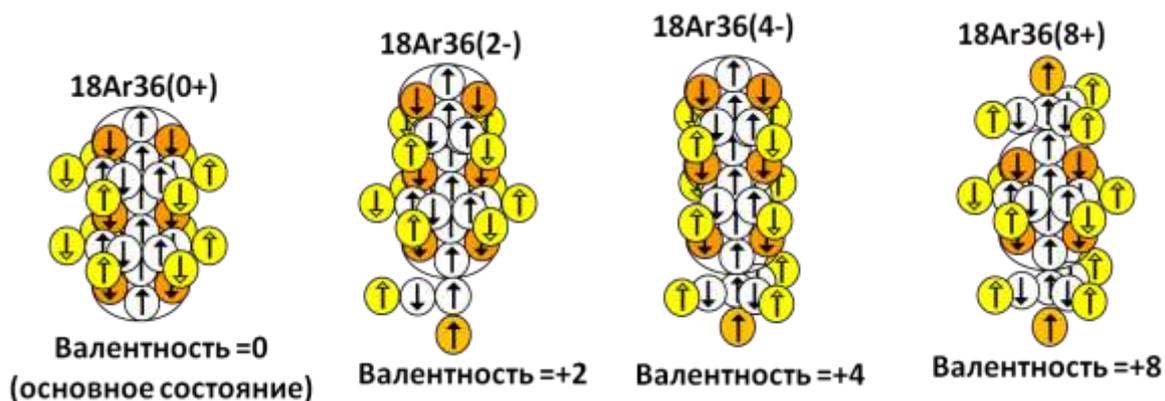


Рисунок 1-13. Валентные изомерные состояния аргона

Девятнадцатая особенность – количество валентных связей атома не может быть больше восьми. Они формируются протонными валентными лепестками на полюсах атомного ядра. Соответственно, при одной и той же неизменной сердцевине ядра возможно одно инертное состояние и восемь разных валентных состояний полюсов с валентностью от +1 до +8.

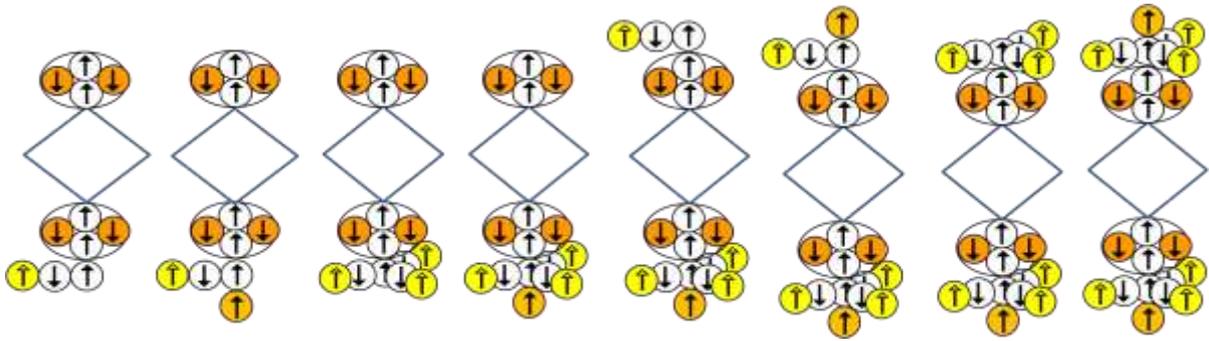


Рисунок 1-14. Разное количество валентных связей

Двадцатая особенность – периодичность химических свойств химических элементов определяется общностью строения полюсов ядер атомов при разных срединных частях (корах).

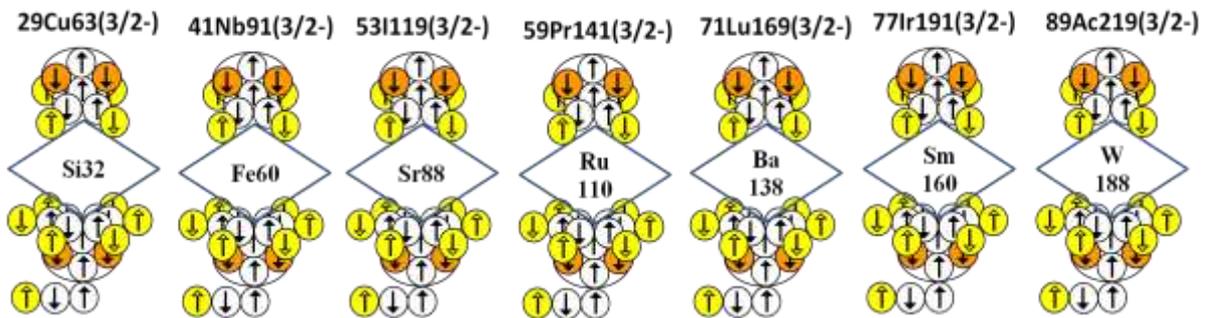


Рисунок 1-15. Разные изотопы с одинаковым строением полюсов атомных ядер

Двадцать первая особенность – периодичность удельной энергии связи связана с особо сильным притяжением нуклонов внутри чётно-чётных нуклонных комбинаций с двумя протонами (альфа-частица), четырьмя протонами (плоское ядро Be8), шестью протонами (плоское ядро C12).

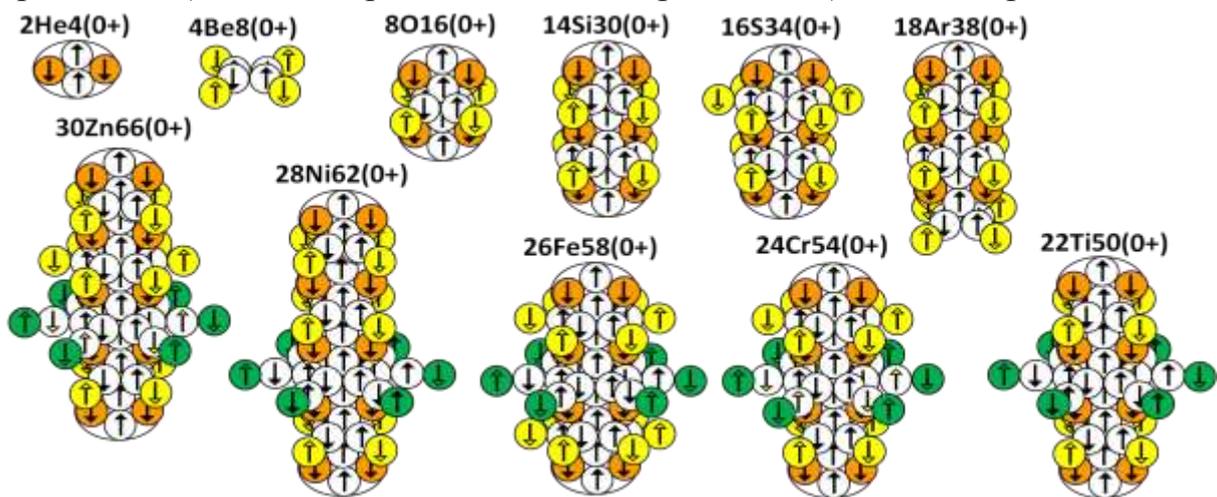


Рисунок 1-16. Ядра с пиками удельной энергии связи

2. Принципы упаковки лишних нейтронов в ядрах

В лёгких стабильных ядрах чаще всего количество нейтронов равно количеству протонов. При увеличении количества нуклонов в ядре количество нейтронов начинает преобладать. Далее преобладающие нейтроны будем называть лишними. На рисунке ниже в верхней части показаны лишние нейтроны, возникающие внутри ядер при формировании валентных нуклонных лепестков положительной валентности. В средней части рисунка показаны лишние нейтроны, возникающие снаружи ядер при формировании нуклонных вакансий отрицательной валентности. В нижней части рисунка показан способ упаковки лишних нейтронов методом удлинения нуклонных лепестков.

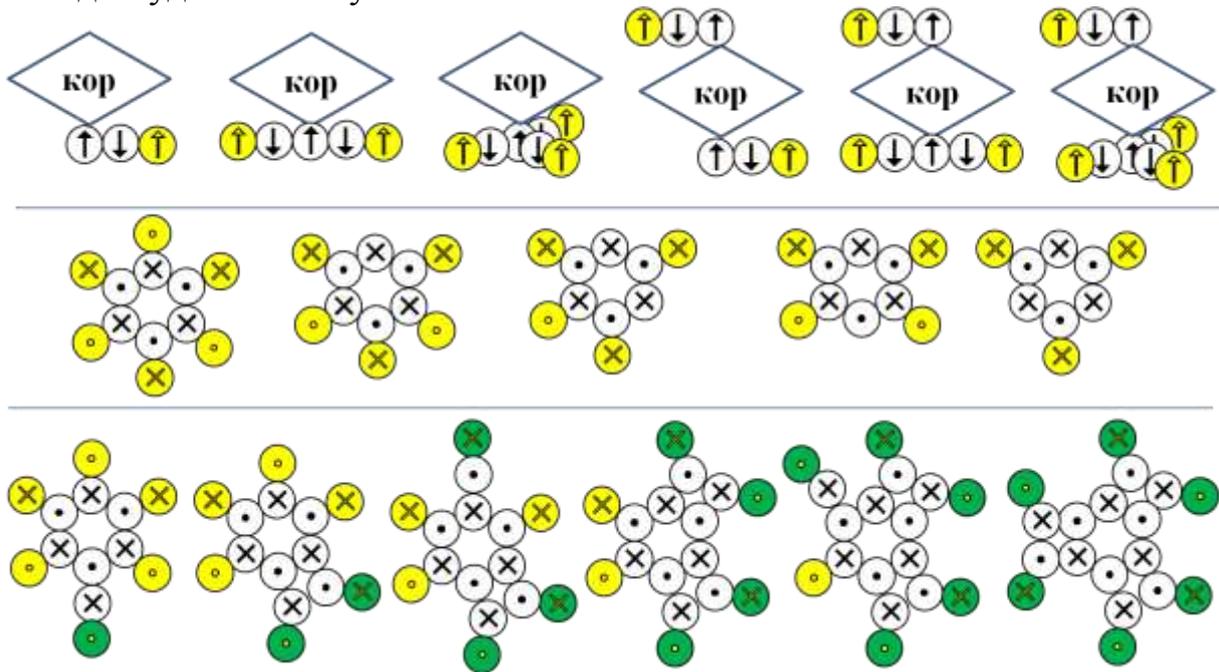


Рисунок 2-1. Способы упаковки лишних нейтронов в лёгких атомах

Тяжёлыми ядрами атомов будем считать ядра, находящиеся за пиком в области железа-никеля в таблице удельной энергии связи. Главной особенностью нашей модели является принцип размещения протонов только снаружи ядра. Возникшее после пика явление уменьшения удельной энергии связи позволяет сделать вывод, что внутри тяжёлых ядер (где находятся только нейтроны) между некоторыми нейтронами возникают силы отталкивания. Полагая, что при увеличении количества нуклонов ядра атомов не только вытягиваются вдоль оси симметрии, но ещё и утолщаются в диаметре, можно сконфигурировать несколько вариантов упаковки нуклонов в одной плоскости (рисунок ниже). В первом варианте кольцо из 4 нейтронов окружает кольцо из 10 нейтронов (лишних 4 нейтрона). Третий вариант является дальнейшим утолщением первого варианта, в котором кольцо из 10 нейтронов окружает дополнительное кольцо из 16 нейтронов. Во втором варианте кольцо из 6 нейтронов окружает кольцо из 12 нейтронов (лишних 6 нейтронов).

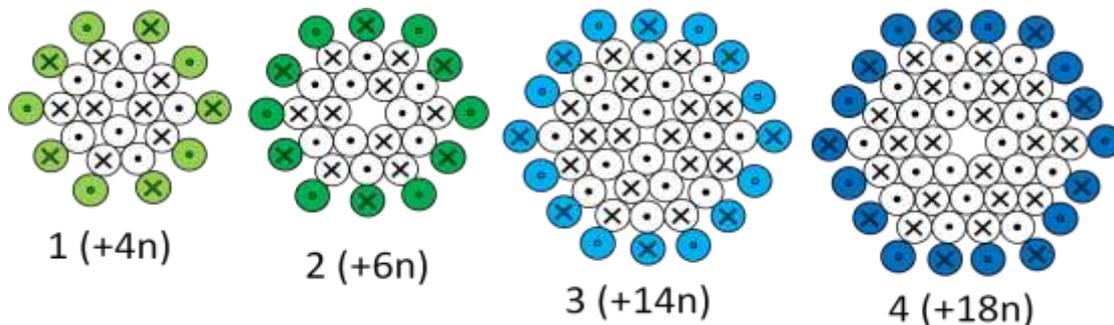


Рисунок 2-2. Упаковка лишних нейтронов в плоских многослойных кольцах

Четвёртый вариант является дальнейшим утолщением второго варианта, в котором кольцо из 12 нейтронов окружает дополнительное кольцо из 18 нейтронов. Легко заметить, что во всех четырёх случаях некоторые из внешних нейтронов не только притягиваются к двум или трём нейтронам, но и отталкиваются от одного внутреннего нейтрона (отталкиваются нейтроны с одинаковым направлением спина). В результате чего и уменьшается удельная энергия связи. Первая и третья конфигурации обладают большей жесткостью, поэтому можно предположить, что вероятность их существования выше вероятности существования второй и четвёртой конфигурации. По этой причине первоначально будем моделировать ядра атомов только из таких плоских многослойных колец. Неизменную центральную часть ядра будем называть *кором*. Ниже показан возможный вид *коров* с наличием внутри от 4 до 44 лишних нейтронов.

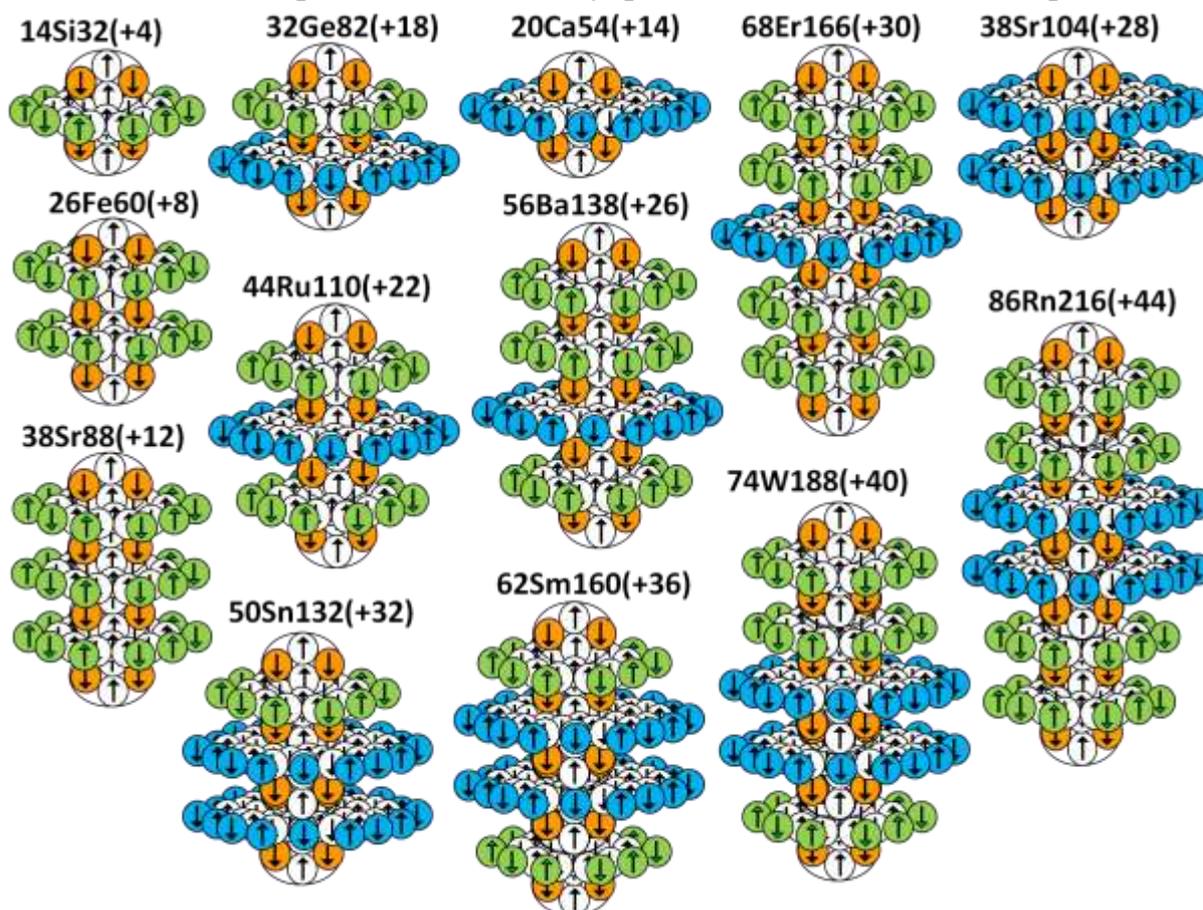


Рисунок 2-3. Коров с наличием от 4 до 44 лишних нейтронов

3. Моделирование ядер без f-оболочки

Стабильные ядра с четырьмя и более лишними нейтронами встречаются еще до пика удельной энергии связи, где всё ещё действуют способы упаковки лишних нейтронов, присущие для лёгких ядер.

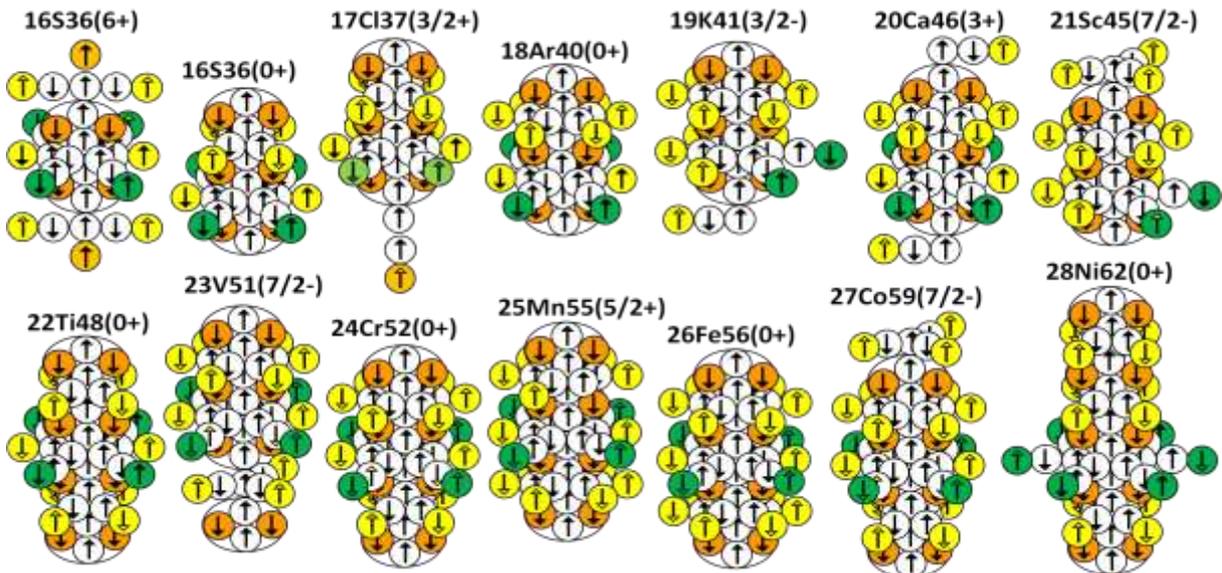


Рисунок 3-1. Упаковка нейтронов методом удлинения нуклонных лепестков

На рисунке выше показаны примеры использования способа удлинения нуклонных лепестков с образованием d-протонов, начиная с первого стабильного ядра, у которого четыре лишнего нейтрона (S36) и заканчивая ядром с самой высокой энергией связи (Ni62). Далее изотопы, имеющие в своём ядре d-протоны, будем называть d-изотопами.

Таблица 1. Теоретический список возможных d-изотопов лёгких ядер

10.Ne20-Ne26	14.Si28-Si36	18.Ar36-Ar48	22.Ti44-Ti58	26.Fe52-Fe70
11.Na22-Na29	15.P30-P38	19.K38-K51	23.V46-V60	27.Co54-Co73
12.Mg24-Mg32	16.S32-S40	20.Ca40-Ca54	24.Cr48-Cr62	28.Ni56-Ni76
13.Al26-Al34	17.Cl34-Cl42	21.Sc42-Sc56	25.Mn50-Mn64	

Любое ядро может существовать в нескольких изомерных состояниях, для примера ядро S36 показано в двух состояниях. В нашей модели распределение электронов в атомных оболочках является следствием распределения протонов в ядерных оболочках, соответственно количество электронов в электронной d-подобной оболочке атома равно количеству протонов в соответствующем d-слое ядра. В лёгких элементах d-протоны формируются на концах плоского слоя с шестью лепестками, где может сформироваться до шести d-протонов (ядро 28Ni62(0+) на рисунке выше). Для удобства проще всего на рисунках показывать чётное количество d-протонов. В этом случае становится равным нулю спин d-слоя ядра, становится легче рассчитывать общий спин ядра. В ядрах от неона до хлора по одному полному плоскому p-слою, поэтому в этих ядрах может быть от нуля до шести d-протонов. Начиная с аргона в ядрах по два таких слоя - возможно до 12 d-протонов. Начиная с железа в ядрах по три таких слоя - возможно существование до 18 d-протонов. Общее количество

изотопов увеличивается при добавочном использовании других способов упаковки лишних нейтронов. Например, на рисунке выше у ядер $^{17}\text{Cl}^{35}(3/2+)$, $^{19}\text{K}^{41}(3/2-)$, $^{21}\text{Sc}^{45}(7/2-)$, $^{25}\text{Mn}^{55}(5/2+)$, $^{27}\text{Co}^{59}(7/2-)$ один добавочный лишний нейтрон, а в ядре $^{20}\text{Ca}^{46}(3+)$ – два добавочных нейтрона. Увеличение количества d-протонов в нашей модели может происходить не только с увеличением номера химического элемента, но и в ядрах одного химического элемента, в отличие от общепринятого постепенного заполнения электронного d-слоя одновременно во всех изотопах одного химического элемента.

Таблица 2. Общепринятое заполнение первых двух электронных d-слоёв

21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn
3d1	3d2	3d3	3d5	3d5	3d6	3d7	3d8	3d10	3d10
39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd
4d1	4d2	4d4	4d5	4d5	4d7	4d8	4d10	4d10	4d10

Как показано в таблице выше, в электронном d-слое максимально может разместиться десять электронов. В нашей модели структура электронной оболочки атома является следствием структуры его ядра. Ровно десять протонов находятся в плоском многослойном кольце из 24 нуклонов, которое можно назвать одним из изомеров изотопа $^{10}\text{Ne}^{24}$. Используя такое кольцо в центре, можно построить новый ряд ядер.

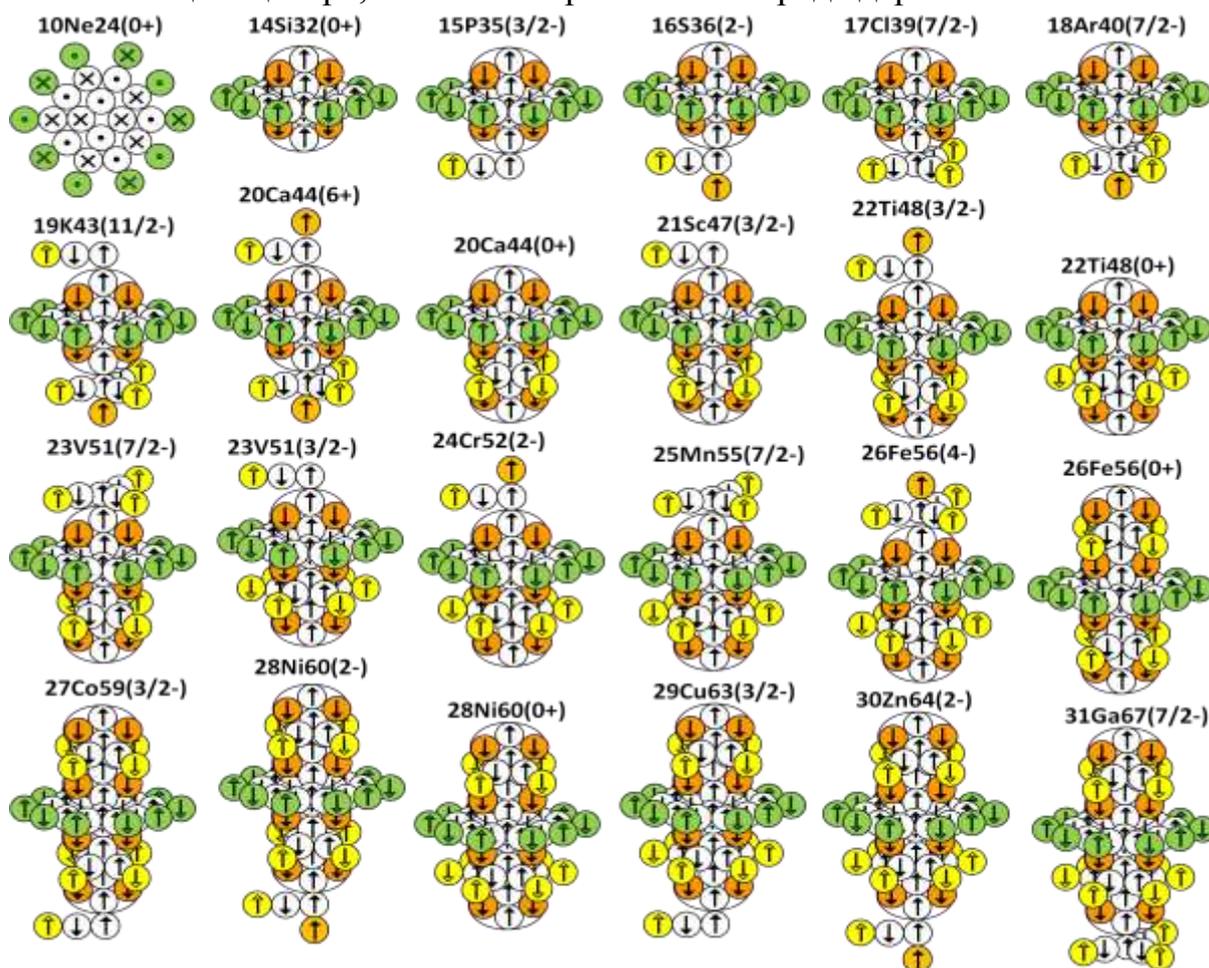


Рисунок 3-2. Ряд ядер с плоским слоем $^{10}\text{Ne}^{24}(0+)$ в центре

Легко заметить, что у всех членов ряда имеется неизменная сердцевина (кор), совпадающая с начальным членом $Si32$. Обозначим эту сердцевину как кор $14Si32(+4)$, где (+4) - это четыре лишних нейтрона.

Таблица 3. Степень устойчивости изотопов в начале ряда

Изотоп	Si32	P35	S36	Cl39	Ar40	K43	Ca44	Sc47
Период полураспада	172 y	47.3 s	stable	55.6 m	stable	22.3 h	stable	3.35 d

В начале ряда имеются нестабильные изотопы. Логично предположить, что разные изомеры одного изотопа, принадлежащие разным рядам, имеют разную вероятность существования. Возникает непростая задача определения границы основного диапазона, после которой вероятность существования изомеров из ряда с кором $14Si32(+4)$, становится выше вероятности существования изомеров из предыдущего ряда без кора. С одной стороны, можно границей выбрать $21Sc47$, потому что это последнее нестабильное ядро в данном ряду. С другой стороны, границей можно выбрать $28Ni$, если предположить, что неизменное постепенное падение удельной энергии связи в ядрах связано с наличием в ядрах тяжёлого кора. Можно пойти на компромисс – диапазон ядер из шести членов $22Ti-27Co$ объявить переходным, в котором существование изомеров разных рядов равновероятно, а основной диапазон начать с ядра $28Ni$, как родоначальника ряда.

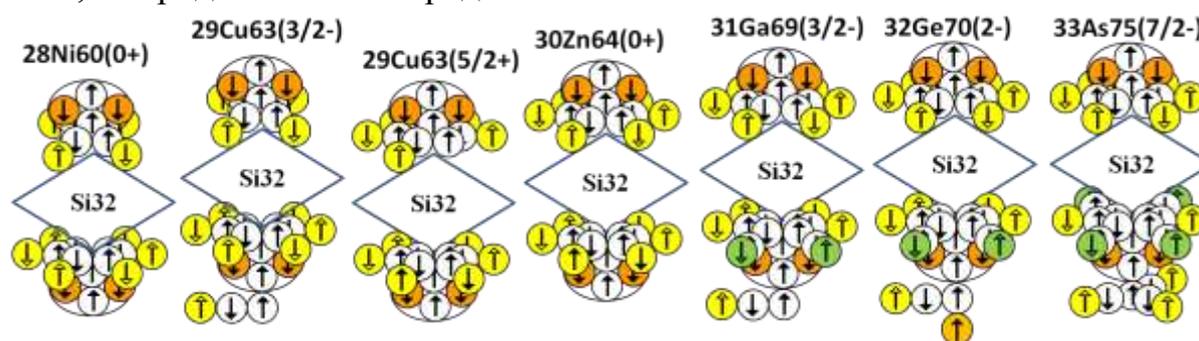


Рисунок 3-3. Пример конфигураций основного диапазона ряда $14Si32(+4)$

Из-за особенностей строения (наличие внутри соседних нейтронов, отталкивающих друг от друга), многослойное кольцо не способно формироваться постепенно. Внешнее нейтронное кольцо должно формироваться после внешнего возмущения сразу целиком. По этой причине в наших конфигурациях ограниченное количество модификаций коров – они не могут иметь промежуточных состояний. В приведённом выше ряду 10 протонов плоского кольца в коре находятся на меньшем расстоянии от оси симметрии, чем настоящие d-протоны. Можно только условно называть их d-протонами, чтобы иметь соответствие с общепризнанным распределением d-электронов в атоме. Настоящие d-протоны формируются на концах плоских p-слоёв. У меди возможно до 6-11 d-протонов (в зависимости от конфигурации). У цинка два полных слоя, соответственно возможно до 12 d-протонов. У стронция три полных слоя - возможно до 18 d-протонов. У палладия возможно до 24 d-протонов. Как видно из таблицы ниже, самые частые изотопы находятся внутри списка

изотопов ряда ядер с кором $14\text{Si}32(+4)$, который разделяет на две части единый ранее список изотопов без кора. Зелёным цветом обозначен переходной диапазон ряда.

Таблица 4. Список возможных изотопов в ряду с кором $14\text{Si}32(+4)$

Р	Самый частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы без кора	Изотопы ряда $14\text{Si}32(+4)$	Изотопы без кора
22	Ti48	Ti50	Ti38-Ti63	Ti44-Ti47	Ti48-Ti54	Ti55-Ti58
23	V51	V51	V40-V65	V46-V49	V50-V57	V58-V60
24	Cr52	Cr54	Cr42-Cr67	Cr48-Cr51	Cr52-Cr60	Cr61-Cr62
25	Mn55	Mn55	Mn44-Mn69	Mn50-Mn53	Mn54-Mn62	Mn63-Mn68
26	Fe56	Fe58	Fe45-Fe72	Fe52-Fe55	Fe56-Fe64	Fe65-Fe70
27	Co59	Co59	Co47-Co75	Co54-Co57	Co58-Co66	Co67-Co73
28	Ni58,Ni60	Ni62	Ni48-Ni78	Ni56-Ni59	Ni60-Ni68	Ni69-Ni76
29	Cu63	Cu65	Cu52-Cu80	Cu58-Cu62	Cu63-Cu74	Cu75-Cu78
30	Zn64	Zn66	Zn54-Zn83	Zn60-Zn63	Zn64-Zn76	Zn77-Zn80
31	Ga69	Ga69	Ga56-Ga86	Ga62-Ga65	Ga66-Ga79	Ga80-Ga82
32	Ge74	Ge72	Ge58-Ge89	Ge64-Ge67	Ge68-Ge82	Ge83-Ge84
33	As75	As75	As60-As92	As66-As69	As70-As84	As85-As90
34	Se80	Se78	Se65-Se94	Se68-Se71	Se72-Se86	Se87-Se92
35	Br79	Br81	Br67-Br97	Br70-Br73	Br74-Br88	Br89-Br95
36	Kr84	Kr84	Kr69-Kr100	Kr72-Kr75	Kr76-Kr90	Kr91-Kr98
37	Rb85	Rb87	Rb71-Rb102	Rb74-Rb78	Rb79-Rb96	Rb97-Rb100
38	Sr88	Sr88	Sr73-Sr105	Sr76-Sr79	Sr80-Sr98	Sr99-Sr102
39	Y89	Y89	Y76-Y108	Y78-Y81	Y82-Y101	Y102-Y104

Физических запретов на продолжение ряда нет. Но, начиная с ядер ниобия ($29\text{Cu}+12\text{p}=41\text{Nb}$), возрастает вероятность существования ядер с кором $26\text{Fe}60(+8)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$ в новом ряду выделим переходной диапазон ядер $34\text{Se}-39\text{Y}$, в котором вероятность существования изомеров соизмерима с вероятностью существования изомеров таких же изотопов в ряду $14\text{Si}32(+4)$.

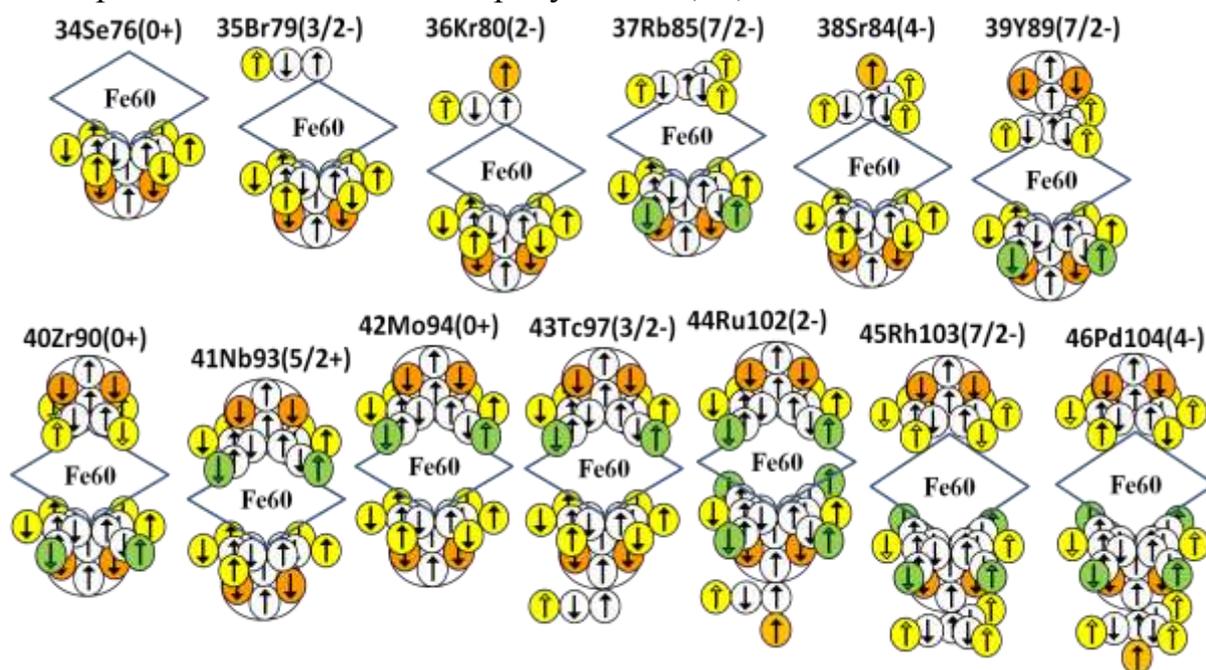


Рисунок 3-4. Пример конфигураций ряда $26\text{Fe}60(+8)$

По аналогии с предыдущим рядом $14\text{Si}32(+4)$, основной диапазон ряда $26\text{Fe}60(+8)$ начнём с ядер 40Zr , аналогов ядер 28Ni . А в общепринятом распределении электронов, для сравнения, атомы со вторыми d-слоями начинаются с иттрия (39Y). В таблице ниже зелёным цветом окрашен переходной диапазон, синим – другие диапазоны, в которые попадают самые частые изотопы.

Таблица 5. Список d-изотопов в ряду с кором $26\text{Fe}60(+8)$

Р	Самый частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы без кора	Изотопы ряда $14\text{Si}32(+4)$	Изотопы ряда $26\text{Fe}60(+8)$
34	Se80	Se78	Se65-Se94	Se68-Se92	Se72-Se86	Se76-Se82
35	Br79	Br81	Br67-Br97	Br70-Br95	Br74-Br88	Br78-Br85
36	Kr84	Kr84	Kr69-Kr100	Kr72-Kr98	Kr76-Kr90	Kr80-Kr88
37	Rb85	Rb87	Rb71-Rb102	Rb74-Rb100	Rb79-Rb96	Rb82-Rb90
38	Sr88	Sr88	Sr73-Sr105	Sr76-Sr102	Sr80-Sr98	Sr84-Sr92
39	Y89	Y89	Y76-Y108	Y78-Y104	Y82-Y101	Y86-Y94
40	Zr90	Zr90	Zr78-Zr110	Zr80-Zr106	Zr84-Zr104	Zr88-Zr96
41	Nb93	Nb91	Nb81-Nb113	Nb82-Nb112	Nb86-Nb106	Nb91-Nb102
42	Mo98	Mo94	Mo83-Mo115	Mo84-Mo114	Nb88-Nb108	Mo92-Mo104
43	Tc97	Tc97	Tc85-Tc118	Tc86-Tc117	Tc90-Tc110	Tc94-Tc107
44	Ru102	Ru98	Ru87-Ru120	Ru88-Ru120	Ru92-Ru112	Ru96-Ru110
45	Rh103	Rh101	Rh89-Rh122	Rh90-Rh122	Rh95-Rh118	Rh98-Rh112

В ряду ядер с одинаковым кором длина ядер постепенно увеличивается при постоянном диаметре. В гидродинамической среде в невесомости объекты стремятся к сферической форме. По аналогии, должно быть наиболее вероятно существование ядер с минимальной разницей между длиной и диаметром. Диаметр всех ядер в двух исследованных тяжёлых рядах равен семи нуклонам. Легко заметить, что при переходе в новый ряд происходит укорочение длины. Например, длина ядра $42\text{Mo}94$ равна 12 нуклонов в ряду с кором $14\text{Si}32(+4)$ и равна 10 нуклонов в ряду с кором $26\text{Fe}60(+8)$. Второе состояние ядра $42\text{Mo}94$ более вероятно.

Таблица 6. Список d-изотопов в ряду с кором $38\text{Sr}88(+12)$

Р	Самый частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $14\text{Si}32(+4)$	Изотопы ряда $26\text{Fe}60(+8)$	Изотопы ряда $38\text{Sr}88(+12)$
46	Pd106	Pd104	Pd91-Pd124	Pd96-Pd120	Pd100-Pd114	Pd104-Pd110
47	Ag107	Ag107	Ag93-Ag130	Ag98-Ag123	Ag102-Ag116	Ag106-Ag113
48	Cd114	Cd110	Cd95-Cd132	Cd100-Cd126	Cd104-Cd118	Cd108-Cd116
49	In115	In113	In97-In135	In102-In128	In107-In124	In110-In118
50	Sn120	Sn116	Sn99-Sn137	Sn104-Sn130	Sn108-Sn126	Sn112-Sn120
51	Sb121	Sb117	Sb103-Sb139	Sb106-Sb132	Sb110-Sb129	Sb114-Sb122
52	Te130	Te122	Te105-Te142	Te108-Te134	Te112-Te132	Te116-Te124
53	I127	I125	I108-I144	I111-I140	I114-I134	I119-I130
54	Xe132	Xe126	Xe110-Xe147	Xe112-Xe142	Xe116-Xe136	Xe120-Xe132
55	Cs133	Cs133	Cs112-Cs151	Cs114-Cs145	Cs118-Cs138	Cs122-Cs135
56	Ba138	Ba132	Ba114-Ba153	Ba116-Ba148	Ba120-Ba140	Ba124-Ba138
57	La139	La135	La117-La155	La118-La150	La123-La146	La126-La140

Физических запретов на продолжение ряда $^{26}\text{Fe}60(+8)$ нет. Но, начиная с ядер йода ($^{29}\text{Cu}+12\text{p}+12\text{p}=53\text{I}$) возрастает вероятность существования ядер с кором $^{38}\text{Sr}88(+12)$. По аналогии с рядом $^{14}\text{Si}32(+4)$ в новом ряду выделим переходной диапазон ядер $^{46}\text{Pd}-^{51}\text{Sb}$, в котором вероятность существования изомеров соизмерима с вероятностью существования изомеров таких же изотопов в ряду $^{26}\text{Fe}60(+8)$. По аналогии с рядом $^{14}\text{Si}32(+4)$, основной диапазон ряда $^{38}\text{Sr}88(+12)$ начнём с ядер ^{52}Te , аналогов ядер ^{28}Ni . Начиная с ксенона возможно до 12 d-протонов, начиная с самария возможно до 18 d-протонов. При одинаковом диаметре изотопы ряда $^{14}\text{Si}32(+4)$ в среднем на два нуклона короче соответствующих изотопов в ряду без кора. Они менее вытянутые, ближе к форме сферы, поэтому вероятность их существования выше. В свою очередь, сформированные изотопы ряда $^{26}\text{Fe}60(+8)$ в среднем на два нуклона короче соответствующих изотопов в ряду $^{14}\text{Si}32(+4)$, поэтому вероятность их существования выше. При одинаковом диаметре изотопы ряда $^{38}\text{Sr}88(+12)$ в среднем на два нуклона короче соответствующих изотопов в ряду $^{26}\text{Fe}60(+8)$. Поэтому по аналогии с двумя предыдущими фактами вероятность существования изотопов ряда $^{38}\text{Sr}88(+12)$ должна быть выше вероятности существования изотопов других рассмотренных ранее рядов. Но, в общепринятом распределении электронов в атоме, в отсутствие f-слоя третий d-слой существует только у атомов ^{57}La . Может быть, официальная интерпретация экспериментальных данных не верна. Например, претендентом на третий d-слой может быть новый слой, начинающийся с атома ^{49}In , который официально идентифицирован как r-слой.

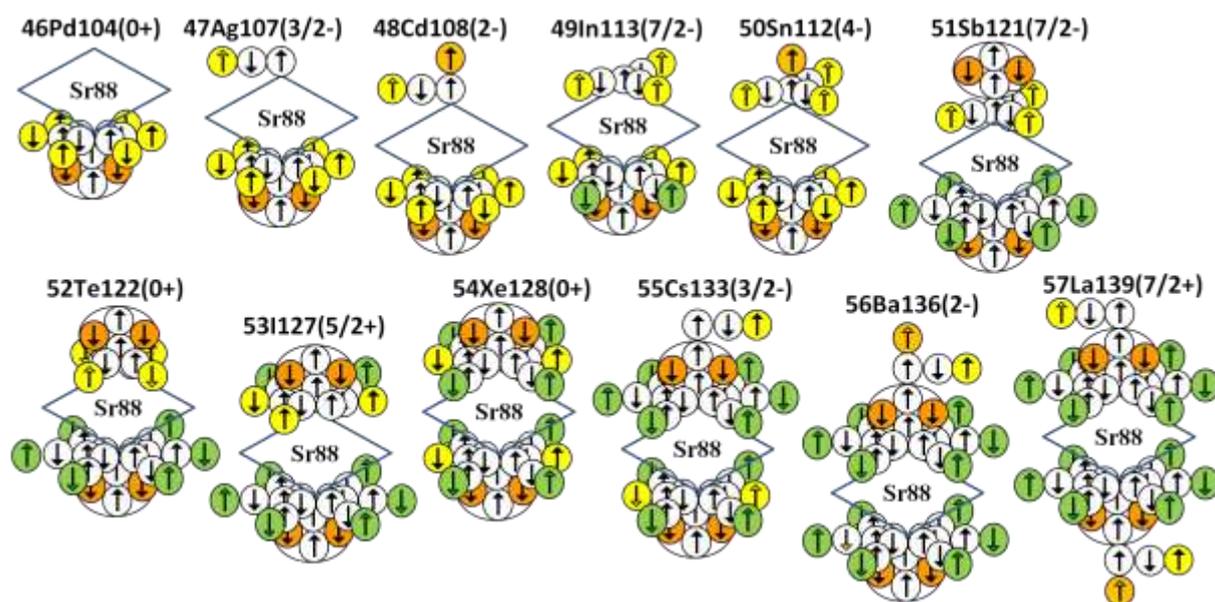


Рисунок 3-5. Пример конфигураций ряда $^{38}\text{Sr}88(+12)$

Напомним ещё раз, что в нашей модели возможно существование изомеров с одинаковым количеством протонов и нейтронов, но с разным внутренним строением. Примером являются два ядра $^{46}\text{Pd}104$: один изображен выше с кором $^{38}\text{Sr}88(+12)$, другой – с кором $^{26}\text{Fe}60(+8)$.

4. Моделирование ядер с одной f-оболочкой

Каждый химический элемент имеет ограниченный диапазон изотопов, открытых экспериментально. В таблице ниже эти диапазоны перечислены. Весь массив изотопов условно можно разбить на три группы. Первая группа – массив лёгких атомов, электронная оболочка которых не содержит d-оболочки и f-оболочки (по общепризнанной интерпретации экспериментальных данных). Вторая группа – массив тяжелых атомов, электронная оболочка которых содержит d-оболочки и не содержит f-оболочки. Третья группа – массив сверхтяжелых атомов, электронная оболочка которых содержит f-оболочки.

Таблица 7. Диапазоны экспериментально открытых изотопов

Диапазоны лёгких атомов			
1.H1-H7	2.He3-He10	3.Li3-Li12	4.Be5-Be16
5.B6-B19	6.C8-C22	7.N10-N25	8.O12-O28
9.F14-F31	10.Ne16-Ne34	11.Na18-Na37	12.Mg19-Mg40
13.Al21-Al42	14.Si22-Si44	15.P24-P46	16.S26-S49
17.Cl28-Cl51	18.Ar30-Ar53	19.K32-K55	20.Ca34-Ca57
21.Sc36-Sc60	22.Ti38-Ti63	23.V40-V65	24.Cr42-Cr67
25.Mn44-Mn69	26.Fe45-Fe72	27.Co47-Co75	28.Ni48-Ni78
Диапазоны тяжёлых атомов с d-оболочками			
29.Cu52-Cu80	30.Zn54-Zn83	31.Ga56-Ga86	32.Ge58-Ge89
33.As60-As92	34.Se65-Se94	35.Br67-Br97	36.Kr69-Kr100
37.Rb71-Rb102	38.Sr73-Sr105	39.Y76-Y108	40.Zr78-Zr110
41.Nb81-Nb113	42.Mo83-Mo115	43.Tc85-Tc118	44.Ru87-Ru120
45.Rh89-Rh122	46.Pd91-Pd124	47.Ag93-Ag130	48.Cd95-Cd132
49.In97-In135	50.Sn99-Sn137	51.Sb103-Sb139	52.Te105-Te142
53.I108-I144	54.Xe110-Xe147	55.Cs112-Cs151	56.Ba114-Ba153
Диапазоны сверхтяжёлых атомов с f-оболочками			
57.La117-La155	58.Ce119-Ce157	59.Pr121-Pr159	60.Nd124-Nd161
61.Pm126-Pm163	62.Sm128-Sm165	63.Eu130-Eu167	64.Gd134-Gd169
65.Tb136-Tb171	66.Dy138-Dy173	67.Ho140-Ho175	68.Er143-Er177
69.Tm145-Tm179	70.Yb14-Yb181	71.Lu150-Lu184	72.Hf153-Hf188
73.Ta155-Ta190	74.W158-W192	75.Re160-Re194	76.Os162-Os196
77.Ir164-Ir199	78.Pt166-Pt202	79.Au169-Au205	80.Hg171-Hg210
81.Tl176-Tl212	82.Pb178-Pb215	83.Bi184-Bi218	84.Po188-Po220
85.At193-At223	86.Rn195-Rn228	87.Fr199-Fr232	88.Ra202-Ra234
89.Ac206-Ac236	90.Th209-Th238	91.Pa212-Pa240	92.U217-U242
93.Np225-Np244	94.Pu228-Pu247	95.Am231-Am249	96.Cm233-Cm252
97.Bk235-Bk254	98.Cf237-Cf256	99.Es240-Es258	100.Fm242-Fm260
101.Md245-Md262	102.No248-No264	103.Lr254-Lr266	104.Rf253-Rf268
105.Db255-Db270	106.Sg258-Sg273	107.Bh260-Bh275	108.Hs263-Hs277
109.Mt265-Mt279	110.Ds267-Ds281	111.Rg272-Rg283	112.Cn 277-Cn285
113.Nh283-Nh287	114.Fl285-Fl289	115.Mc287-Mc291	116.Lv289-Lv292

Уточним понятие **тяжёлых** атомов в нашей модели. Это атомы, ядра которых имеют в своей структуре **тяжёлый** кор из плоских многослойных нуклонных колец. Не будут считаться тяжелыми ядра тяжелее ядер меди, но не имеющие **тяжёлого** кора и использующие только способы упаковки

лишних нейтронов, присущие для лёгких ядер. Ранее мы рассмотрели принципы конфигурации с использованием коров, в которых существуют только полностью заполненные нуклонные d-слои (многослойные кольца с десятью протонами). Теперь попробуем смоделировать сверхтяжёлые коры, в которых существуют полностью заполненные нуклонные f-слои (многослойные кольца с 16 протонами). Первым сверхтяжёлым кором является кор $20\text{Ca}54(+14)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, основной диапазон ряда $20\text{Ca}54(+14)$ начинается с ядер 34Se , аналогов ядер 28Ni .

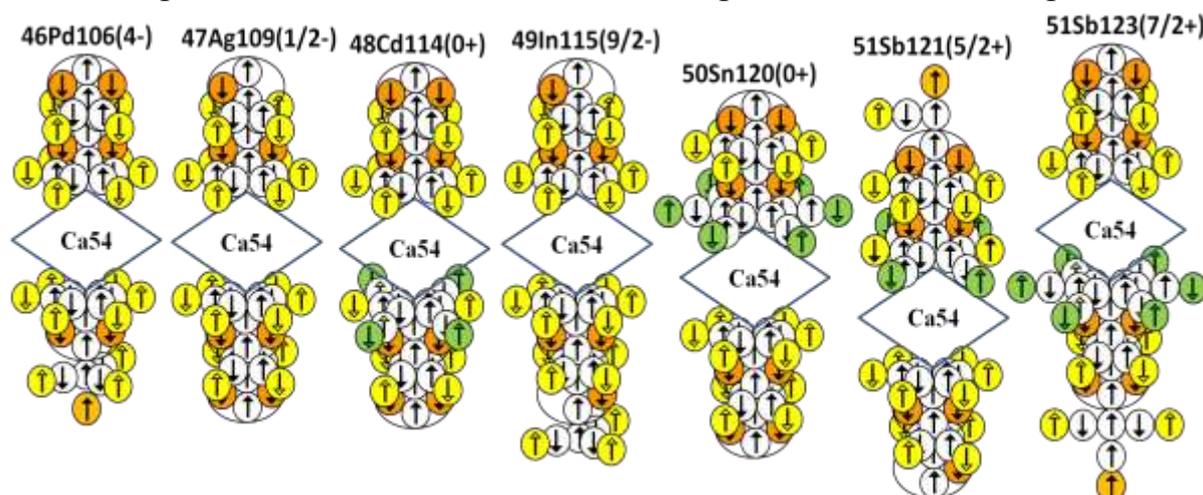


Рисунок 4-1. Пример конфигураций ряда $20\text{Ca}54(+14)$

Самые частые изотопы являются членами ряда только после родия. А начальные члены ряда могут занимать свою нишу только в области нестабильных ядер на самом краю диапазонов открытых ядер.

Таблица 8. Список d-изотопов в ряду с кором $20\text{Ca}54(+14)$

Р	частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $14\text{Si}32(+4)$	Изотопы ряда $26\text{Fe}60(+8)$	Изотопы ряда $20\text{Ca}54(+14)$
34	Se80	Se78	Se65-Se94	Se72-Se86	Se76-Se82	Se82-Se90
35	Br79	Br81	Br67-Br97	Br74-Br88	Br78-Br85	Br85-Br96
36	Kr84	Kr84	Kr69-Kr100	Kr76-Kr90	Kr80-Kr88	Kr86-Kr98
37	Rb85	Rb87	Rb71-Rb102	Rb79-Rb96	Rb82-Rb90	Rb88-Rb101
38	Sr88	Sr88	Sr73-Sr105	Sr80-Sr98	Sr84-Sr92	Sr90-Sr104
39	Y89	Y89	Y76-Y108	Y82-Y102	Y86-Y94	Y92-Y106
40	Zr90	Zr90	Zr78-Zr110	Zr84-Zr104	Zr88-Zr96	Zr94-Zr108
41	Nb93	Nb91	Nb81-Nb113	Nb86-Nb106	Nb91-Nb102	Nb96-Nb110
42	Mo98	Mo94	Mo83-Mo115	Nb88-Nb108	Mo92-Mo104	Mo98-Mo112
43	Tc97	Tc97	Tc85-Tc118	Tc90-Tc110	Tc94-Tc107	Tc101-Tc118
44	Ru102	Ru98	Ru87-Ru120	Ru92-Ru112	Ru96-Ru110	Ru102-Ru120
45	Rh103	Rh101	Rh89-Rh122	Rh95-Rh118	Rh98-Rh112	Rh104-Rh123
46	Pd106	Pd104	Pd91-Pd124	Pd96-Pd120	Pd100-Pd114	Pd106-Pd126
47	Ag109	Ag107	Ag93-Ag130	Ag98-Ag123	Ag102-Ag116	Ag108-Ag128
48	Cd114	Cd110	Cd95-Cd132	Cd100-Cd126	Cd104-Cd118	Cd110-Cd130
49	In115	In113	In97-In135	In102-In128	In107-In124	In112-In132
50	Sn120	Sn116	Sn99-Sn137	Sn104-Sn130	Sn108-Sn126	Sn114-Sn134
51	Sb121	Sb117	Sb103-Sb139	Sb106-Sb132	Sb110-Sb129	Sb117-Sb140

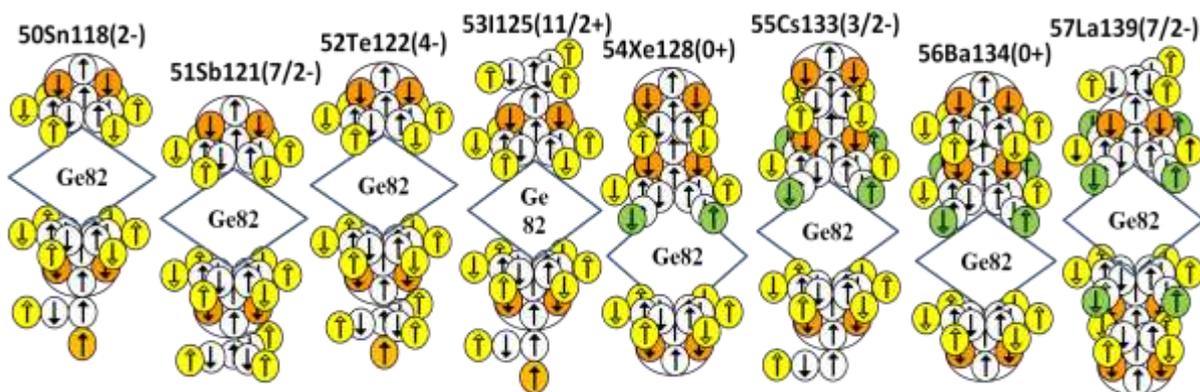


Рисунок 4-2. Пример конфигураций ряда с кором $32\text{Ge}82(+18)$

Следующим по сложности является кор $32\text{Ge}82(+18)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, основной диапазон ряда $32\text{Ge}82(+18)$ начинается с ядер 46Pd , аналогов ядер 28Ni , но самые частые изотопы попадают в ряд только начиная с ядра 50Sn .

Таблица 9. Список d-изотопов в ряду с кором $32\text{Ge}82(+18)$

Р	частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $38\text{Sr}88(+12)$	Изотопы ряда $20\text{Ca}54(+14)$	Изотопы ряда $32\text{Ge}82(+18)$
46	Pd106	Pd104	Pd91-Pd124	Pd104-Pd110	Pd106-Pd126	Pd110-Pd118
47	Ag107	Ag107	Ag93-Ag130	Ag106-Ag113	Ag108-Ag128	Ag113-Ag124
48	Cd114	Cd110	Cd95-Cd132	Cd108-Cd116	Cd110-Cd130	Cd114-Cd126
49	In115	In113	In97-In135	In110-In118	In112-In132	In116-In129
50	Sn120	Sn116	Sn99-Sn137	Sn112-Sn120	Sn114-Sn134	Sn118-Sn132
51	Sb121	Sb117	Sb103-Sb139	Sb114-Sb122	Sb117-Sb140	Sb120-Sb134
52	Te130	Te122	Te105-Te142	Te116-Te124	Te118-Te142	Te122-Te136
53	I127	I125	I108-I144	I119-I130	I120-I145	I124-I138
54	Xe132	Xe126	Xe110-Xe147	Xe120-Xe132	Xe122-Xe148	Xe126-Xe140
55	Cs133	Cs133	Cs112-Cs151	Cs122-Cs135	Cs124-Cs150	Cs129-Cs146
56	Ba138	Ba132	Ba114-Ba153	Ba124-Ba138	Ba126-Ba152	Ba130-Ba148
57	La139	La135	La117-La155	La126-La140	La128-La154	La132-La151

Ряд может продолжаться далее, физических запретов на продолжение нет. Следующим более сложным является кор $44\text{Ru}110(+22)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$ в новом ряду с таким кором выделим переходной диапазон ядер 52Te - 57La , основной диапазон ряда начнём с ядер 58Ce , аналогов ядер 28Ni . Начиная с ядер 60Nd возможно до 12 d-протонов, начиная с ядер 68Er возможно до 18 d-протонов.

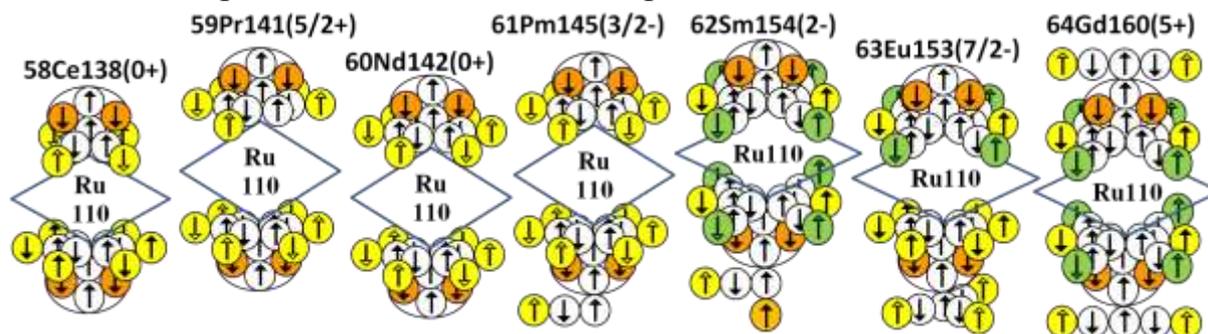


Рисунок 4-3. Пример конфигураций ряда $44\text{Ru}110(+22)$

Для сравнения, в общепринятом распределении электронов в атоме, только начиная с атомов 58Ce, дополнительно к двум полностью заполненным электронным d-слоям заполняется электронами первый f-слой.

Таблица 10. Общепринятое заполнение первого электронного d-слоя

57La	58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Cm	63Eu
-	4f2	4f3	4f4	4f5	4f6	4f7
64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb
4f7	4f9	4f10	4f11	4f12	4f13	4f14

Как видно из таблицы ниже, самые частые изотопы входят в весь диапазон возможных изотопов нового ряда. В данном диапазоне химических элементов ряд изотопов с кором $14\text{Si}32(+4)$ постепенно затухает. Для ряда $38\text{Sr}88(+12)$ можно отметить интересную особенность. Изомеры переходного диапазона ряда $38\text{Sr}88(+12)$ равновероятны изомерам основного диапазона ряда $26\text{Fe}60(+8)$, а существование следующих шести изомеров основного диапазона ряда $38\text{Sr}88(+12)$ равновероятно существованию изомеров переходного диапазона ряда $44\text{Ru}110(+22)$. То есть, из 12 начальных членов ряда $38\text{Sr}88(+12)$ не существует ни одного члена, вероятность существования которого была бы существенно выше вероятности существования таких же изотопов в соседних рядах.

Таблица 11. Список d-изотопов в ряду с кором $44\text{Ru}110(+22)$

Р	Самый частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $38\text{Sr}88(+12)$	Изотопы ряда $32\text{Ge}82(+18)$	Изотопы ряда $44\text{Ru}110(+22)$
52	Te130	Te122	Te105-Te142	Te116-Te124	Te122-Te136	Te126-Te132
53	I127	I125	I108-I144	I119-I130	I124-I138	I128-I135
54	Xe132	Xe126	Xe110-Xe147	Xe120-Xe132	Xe126-Xe140	Xe130-Xe138
55	Cs133	Cs133	Cs112-Cs151	Cs122-Cs135	Cs129-Cs146	Cs132-Cs140
56	Ba138	Ba132	Ba114-Ba153	Ba124-Ba138	Ba130-Ba148	Ba134-Ba142
57	La139	La135	La117-La155	La126-La140	La132-La151	La136-La144
58	Ce140	Ce140	Ce119-Ce157	Ce128-142	Ce134-Ce154	Ce138-146
59	Pr141	Pr141	Pr121-Pr159	Pr130-Pr144	Pr136-Pr156	Pr141-Pr152
60	Nd144	Nd142	Nd124-Nd161	Nd132-Nd146	Nd138-Nd158	Nd142-Nd154
61	Pm145	Pm143	Pm126-Pm163	Pm135-Pm152	Pm140-Pm160	Pm144-Pm157
62	Sm152	Sm144	Sm128-Sm165	Sm136-Sm154	Sm142-Sm162	Sm146-Sm160
63	Eu153	Eu147	Eu130-Eu167	Eu138-Eu157	Eu145-Eu168	Eu148-Eu162
64	Gd158	Gd146	Gd134-Gd169	Gd140-Gd160	Gd146-Gd170	Gd150-Gd164
65	Tb159	Tb149	Tb136-Tb171	Tb142-Tb162	Tb148-Tb173	Tb152- Tb166

Физических запретов на продолжение ряда нет, но начиная с ядер 71Lu возрастает вероятность существования ряда $56\text{Ba}138(+26)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$ в новом ряду выделим переходной диапазон ядер 64Gd - 69Tm , основной диапазон ряда начнём с ядер 70Yb , аналогов ядер 28Ni . И в общепринятом распределении электронов с атомов 71Lu тоже начинает заполняться третий d-слой.

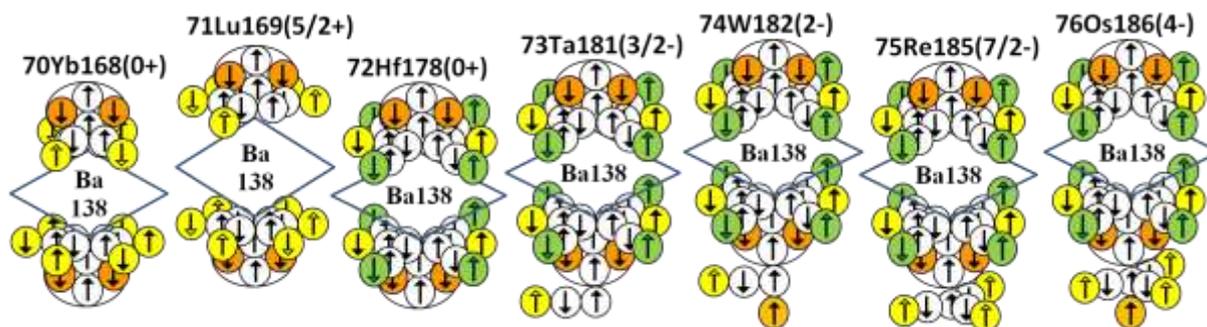


Рисунок 4-4. Пример конфигураций ряда $56\text{Ba}138(+26)$

Самые частые изотопы входят в весь диапазон возможных изотопов нового ряда. Это означает, что ряд может быть полноценной моделью стабильных ядер. Физических запретов на продолжение ряда нет.

Таблица 12. Список d-изотопов в ряду с кором $56\text{Ba}138(+26)$

Р	частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $38\text{Sr}88(+12)$	Изотопы ряда $44\text{Ru}110(+22)$	Изотопы ряда $56\text{Ba}138(+26)$
64	Gd158	Gd146	Gd134-Gd169	Gd140-Gd160	Gd150-Gd164	Gd154-Gd160
65	Tb159	Tb149	Tb136-Tb171	Tb142-Tb162	Tb152- Tb166	Tb156- Tb163
66	Dy164	Dy154	Dy138-Dy173	Dy144-Dy164	Dy154- Dy168	Dy158- Dy166
67	Ho165	Ho159	Ho140-Ho175	Ho146-Ho166	Ho157- Ho174	Ho160- Ho168
68	Er166	Er162	Er143-Er177	Er148-Er168	Er158-Er176	Er162-Er170
69	Tm169	Tm165	Tm145-Tm179	Tm151-Tm174	Tm160-Tm179	Tm164-Tm172
70	Yb174	Yb168	Yb148-Yb181	Yb152-Yb176	Yb162-Yb182	Yb166-Yb174
71	Lu175	Lu169	Lu150-Lu184	Lu154-Lu179	Lu164- Lu184	Lu169- Lu180
72	Hf180	Hf172	Hf153-Hf188	Hf156-Hf182	Hf166-Hf186	Hf170-Hf182
73	Ta181	Ta175	Ta155-Ta190	Ta158-Ta184	Ta168-Ta188	Ta172-Ta185
74	W184	W176	W158-W192	W160-W186	W170-W190	W174-W188
75	Re187	Re181	Re160-Re194	Re162-Re188	Re173-Re196	Re176-Re190
76	Os192	Os180	Os162-Os196	Os164-Os190	Os174-Os198	Os178-Os192
77	Ir193	Ir185	Ir164-Ir199	Ir167-Ir196	Ir176-Ir201	Ir180-Ir194
78	Pt195	Pt186	Pt166-Pt202	Pt168-Pt198	Pt178-Pt204	Pt182-Pt196
79	Au197	Au193	Au169-Au205	Au170-Au201	Au180-Au206	Au185-Au202
80	Hg202	Hg194	Hg171-Hg210	Hg172-Hg204	Hg182-Hg208	Hg186-Hg204
81	Tl205	Tl197	Tl176-Tl212	Tl174-Tl216	Tl184-Tl210	Tl188-Tl207
82	Pb208	Pb202	Pb178-Pb215	Pb176-Pb208	Pb186-Pb212	Pb190-Pb210
83	Bi209	Bi203	Bi184-Bi218	Bi178-Bi210	Bi189-Bi218	Bi192-Bi212

Следующим по сложности является кор $68\text{Er}166(+30)$ с четвёртым d-слоем дополнительно к одному f-слою.

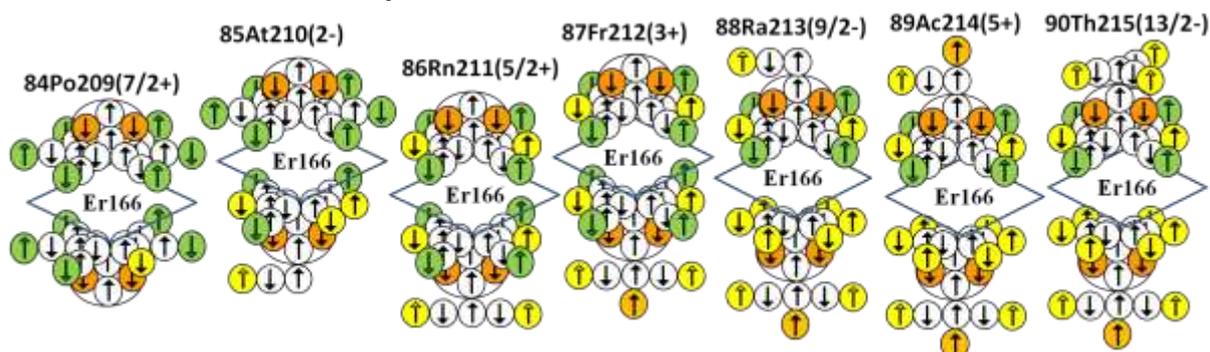


Рисунок 4-5. Пример конфигураций ряда $68\text{Er}166(+30)$

По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, в ряду $68\text{Er}166(+30)$ переходной диапазон должен начинаться с ядер 76Os , а основной диапазон - с ядер 82Pb . Судя по таблице ниже, ряд может быть моделью ядер с пиками стабильности только после ядер 83Bi . Все члены ряда радиоактивны. Время жизни членов ряда постепенно падает вплоть до полного исчезновения за пределами урана.

Таблица 13. Список d-изотопов в ряду с кором $68\text{Er}166(+30)$

Р	Пик стабильности	Пик уд. энергии связи	Эксперим открытые изотопы	Изотопы ряда $44\text{Ru}110(+22)$	Изотопы ряда $56\text{Ba}138(+26)$	Изотопы ряда $68\text{Er}166(+30)$
82	Pb208	Pb202	Pb178-Pb215	Pb186-Pb212	Pb190-Pb210	Pb194-Pb202
83	Bi209	Bi203	Bi184-Bi218	Bi189-Bi218	Bi192-Bi212	Bi197-Bi208
84	Po209	Po206	Po188-Po220	Po190-Po220	Po194-Po214	Po198-Po210
85	At210	At209	At193-At223	At192-At223	At196-At216	At200-At213
86	Rn211	Rn210	Rn195-Rn228	Rn194-Rn226	Rn198-Rn218	Rn202-Rn216
87	Fr212	Fr213	Fr199-Fr232	Fr196-Fr228	Fr201-Fr224	Fr204-Fr218
88	Ra213	Ra214	Ra202-Ra234	Ra198-Ra230	Ra202-Ra226	Ra206-Ra220
89	Ac214	Ac215	Ac206-Ac236	Ac200-Ac232	Ac204-Ac229	Ac208-Ac222
90	Th215	Th216	Th209-Th238	Th202-Th234	Th206-Th232	Th210-Th224
91	Pa216	Pa217	Pa212-Pa240	Pa205-Pa240	Pa208-Pa234	Pa213-Pa230
92	U218	U218	U217-U242	U206-U242	U210-U236	U214-U232

Ядра полония ряда $56\text{Ba}138(+26)$. имеют длину 18 нуклонов. Это ровно в два раза больше диаметра. Вероятно, при таком соотношении размеров ядро становится неустойчивым, соответственно такое соотношение длины к диаметру можно считать порогом устойчивости. Длина ядер ряда $62\text{Sm}160(+36)$: 84Po -16 нуклонов, 85At -18 нуклонов, 86Rn -18 нуклонов, 87Fr -19 нуклонов, 88Ra -18 нуклонов, 89Ac -17 нуклонов.

5. Моделирование ядер с двумя f-оболочками

После исследования ядер атомов с одной f-оболочкой можно предположить, что окончание массива стабильных ядер связано с превышением ядрами критического соотношения, при котором диаметр ядер становится примерно в два раза короче их длины. Логично предположить, что менее длинные ядра могут быть стабильными. Операция сжатия ядер совершается при увеличении количества тяжелых оболочек (d или f). Самым простым кором с двумя f-оболочками является кор $38\text{Sr}104(+28)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, в ряду $38\text{Sr}104(+28)$ основной диапазон должен начинаться с ядер 52Te , аналогов ядер 28Ni .

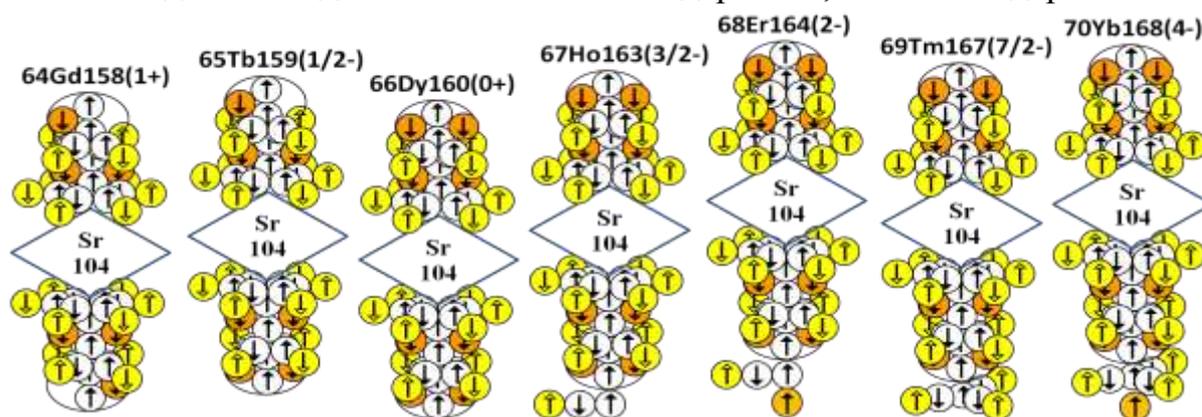


Рисунок 5-1. Пример конфигураций ряда $38\text{Sr}104(+28)$

Как видно из таблицы выше, самые частые изотопы попадают в диапазон возможных изотопов ряда $38\text{Sr}104(+28)$ только начиная с члена 64Gd .

Таблица 14. Список d-изотопов в ряду с кором $38\text{Sr}104(+28)$

P	частый изотоп	Пик уд. энергии связи	Эксперим открытые изотопы	Изотопы ряда $38\text{Sr}88(+12)$	Изотопы ряда $44\text{Ru}110(+22)$	Изотопы ряда $38\text{Sr}104(+28)$
52	Te130	Te122	Te105-Te142	Te116-Te124	Te126-Te132	Te132-Te140
53	I127	I125	I108-I144	I119-I130	I128-I135	I135-I146
54	Xe132	Xe126	Xe110-Xe147	Xe120-Xe132	Xe130-Xe138	Xe136-Xe148
55	Cs133	Cs133	Cs112-Cs151	Cs122-Cs135	Cs132-Cs140	Cs138-Cs151
56	Ba138	Ba132	Ba114-Ba153	Ba124-Ba138	Ba134-Ba142	Ba140-Ba154
57	La139	La135	La117-La155	La126-La140	La136-La144	La142-La156
58	Ce140	Ce140	Ce119-Ce157	Ce128-142	Ce138-146	Ce144-Ce158
59	Pr141	Pr141	Pr121-Pr159	Pr130-Pr144	Pr141-Pr152	Pr146-Pr160
60	Nd144	Nd142	Nd124-Nd161	Nd132-Nd146	Nd142-Nd154	Nd148-Nd162
61	Pm145	Pm143	Pm126-Pm163	Pm135-Pm152	Pm144-Pm157	Pm150-Pm168
62	Sm152	Sm144	Sm128-Sm165	Sm136-Sm154	Sm146-Sm160	Sm152-Sm170
63	Eu153	Eu147	Eu130-Eu167	Eu138-Eu157	Eu148-Eu162	Eu154-Eu173
64	Gd158	Gd146	Gd134-Gd169	Gd140-Gd160	Gd150-Gd164	Gd156-Gd176
65	Tb159	Tb149	Tb136-Tb171	Tb142-Tb162	Tb152- Tb166	Tb158-Tb178
66	Dy164	Dy154	Dy138-Dy173	Dy144-Dy164	Dy154- Dy168	Dy160-Dy180
67	Ho165	Ho159	Ho140-Ho175	Ho146-Ho166	Ho157- Ho174	Ho162-Ho182
68	Er166	Er162	Er143-Er177	Er148-Er168	Er158-Er176	Er164-Er184
69	Tm169	Tm165	Tm145-Tm179	Tm151-Tm174	Tm160-Tm179	Tm166-Tm186

Начиная с 65Tb увеличивается вероятность существования ядер ряда $50\text{Sn}132(+32)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, в ряду $50\text{Sn}132(+32)$ основной диапазон должен начинаться с ядер 64Gd , аналогов ядер 28Ni .

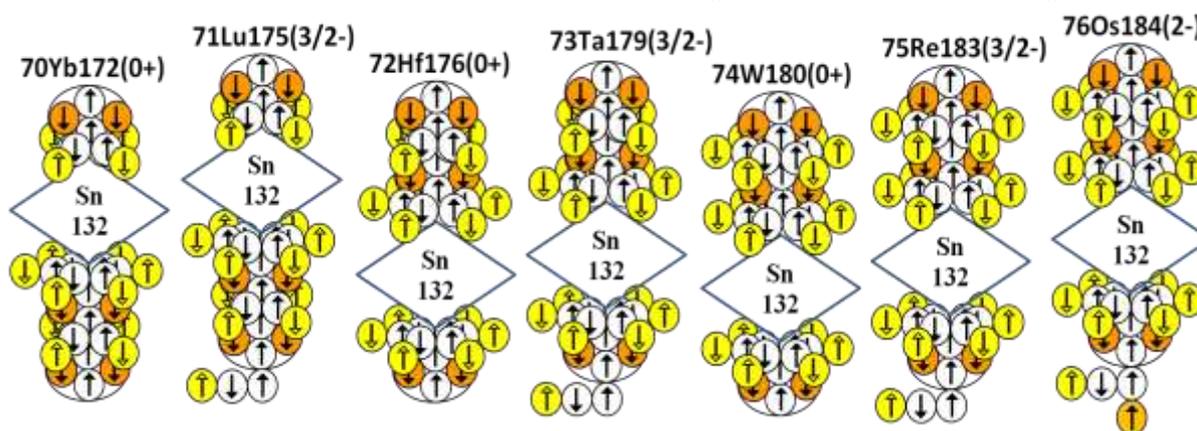


Рисунок 5-2. Пример конфигураций ряда $50\text{Sn}132(+32)$

Самые частые изотопы попадают в ряд только начиная с ядра 70Yb . Изомеры ряда до ядра 70Yb находятся на самом краю диапазонов экспериментально открытых изотопов.

Таблица 15. Список d-изотопов в ряду с кором $50\text{Sn}132(+32)$

P	Самый частый изотоп	Пик уд. эн. связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $44\text{Ru}110(+22)$	Изотопы ряда $56\text{Ba}138(+26)$	Изотопы ряда $50\text{Sn}132(+32)$
64	Gd158	Gd146	Gd134-Gd169	Gd150-Gd164	Gd154-Gd160	Gd160-Gd168
65	Tb159	Tb149	Tb136-Tb171	Tb152- Tb166	Tb156- Tb163	Tb163-Tb174
66	Dy164	Dy154	Dy138-Dy173	Dy154- Dy168	Dy158- Dy166	Dy164-Dy176
67	Ho165	Ho159	Ho140-Ho175	Ho157- Ho174	Ho160- Ho168	Ho166-Ho179
68	Er166	Er162	Er143-Er177	Er158-Er176	Er162-Er170	Er168-Er182
69	Tm169	Tm165	Tm145-Tm179	Tm160-Tm179	Tm164-Tm172	Tm170-Tm184
70	Yb174	Yb168	Yb148-Yb181	Yb162-Yb182	Yb166-Yb174	Yb172-Yb186
71	Lu175	Lu169	Lu150-Lu184	Lu164- Lu184	Lu169- Lu180	Lu174-Lu188
72	Hf180	Hf172	Hf153-Hf188	Hf166-Hf186	Hf170-Hf182	Hf176-Hf190
73	Ta181	Ta175	Ta155-Ta190	Ta168-Ta188	Ta172-Ta185	Ta179-Ta196
74	W184	W176	W158-W192	W170-W190	W174-W188	W180-W198
75	Re187	Re181	Re160-Re194	Re173-Re196	Re176-Re190	Re182-Re201

Физических запретов на продолжение ряда нет.

Следующим является ряд $62\text{Sm}160(+36)$.

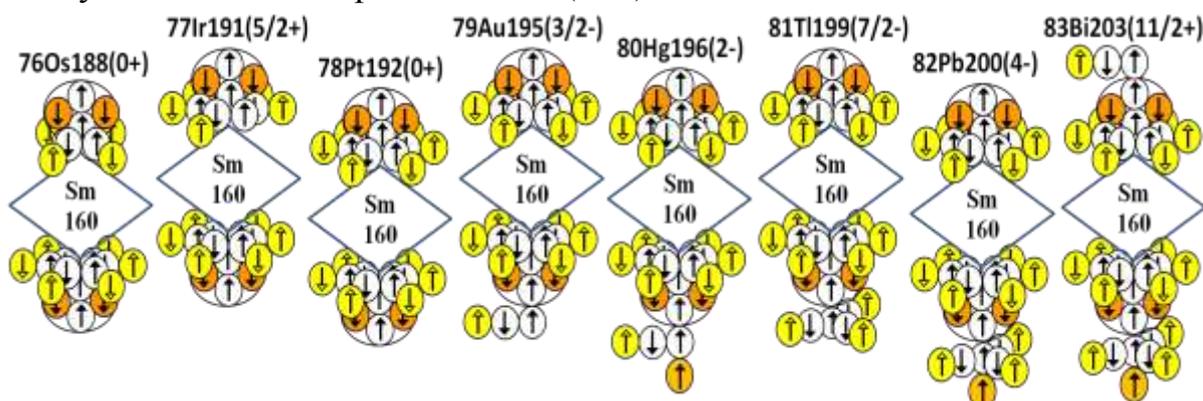


Рисунок 5-3. Пример конфигураций ряда с кором $62\text{Sm}160(+36)$

По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, в ряду $62\text{Sm}160(+36)$ переходной диапазон должен начинаться с ядер 70Yb , а основной диапазон - с ядер 76Os , аналогов ядер 28Ni . Список контрольных ядер: 78Pt - два р-слоя, на которых может разместиться до 12 d-протонов; 86Rn - три р-слоя, на которых может разместиться до 18 d-протонов.

Таблица 16. Список d-изотопов в ряду с кором $62\text{Sm}160(+36)$

Р	пик стабильности	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $56\text{Ba}138(+26)$	Изотопы ряда $50\text{Sn}132(+32)$	Изотопы ряда $62\text{Sm}160(+36)$
70	Yb174	Yb168	Yb148-Yb181	Yb166-Yb174	Yb172-Yb186	Yb176-Yb182
71	Lu175	Lu169	Lu150-Lu184	Lu169-Lu180	Lu174-Lu188	Lu178-Lu185
72	Hf180	Hf172	Hf153-Hf188	Hf170-Hf182	Hf176-Hf190	Hf180-Hf188
73	Ta181	Ta175	Ta155-Ta190	Ta172-Ta185	Ta179-Ta196	Ta182-Ta190
74	W184	W176	W158-W192	W174-W188	W180-W198	W184-W192
75	Re187	Re181	Re160-Re194	Re176-Re190	Re182-Re201	Re186-Re194
76	Os192	Os180	Os162-Os196	Os178-Os192	Os184-Os204	Os188-Os196
77	Ir193	Ir185	Ir164-Ir199	Ir180-Ir194	Ir186-Ir206	Ir191-Ir202
78	Pt195	Pt186	Pt166-Pt202	Pt182-Pt196	Pt188-Pt208	Pt192-Pt204
79	Au197	Au193	Au169-Au205	Au185-Au202	Au190-Au210	Au194-Au207
80	Hg202	Hg194	Hg171-Hg210	Hg186-Hg204	Hg192-Hg212	Hg196-Hg210
81	Tl205	Tl197	Tl176-Tl212	Tl188-Tl207	Tl195-Tl218	Tl198-Tl212
82	Pb208	Pb202	Pb178-Pb215	Pb190-Pb210	Pb196-Pb220	Pb200-Pb214
83	Bi209	Bi203	Bi184-Bi218	Bi192-Bi212	Bi198-Bi223	Bi202-Bi216
84	Po218	Po206	Po188-Po220	Po194-Po214	Po200-Po226	Po204-Po218
85	At220	At209	At193-At223	At196-At216	At202-At228	At207-At224
86	Rn222	Rn210	Rn195-Rn228	Rn198-Rn218	Rn204-Rn230	Rn208-Rn226
87	Fr223	Fr213	Fr199-Fr232	Fr201-Fr224	Fr206-Fr232	Fr210-Fr229

Начиная с ядер 89Ac увеличивается вероятность существования ядер ряда с кором $74\text{W}188(+40)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, в ряду $74\text{W}188(+40)$ переходной диапазон должен начинаться с ядер 82Pb , а основной диапазон - с ядер 88Ra , аналогов ядер 28Ni . Фактически, изотопы с пиками стабильности попадают в данный ряд только после члена 96Cm .

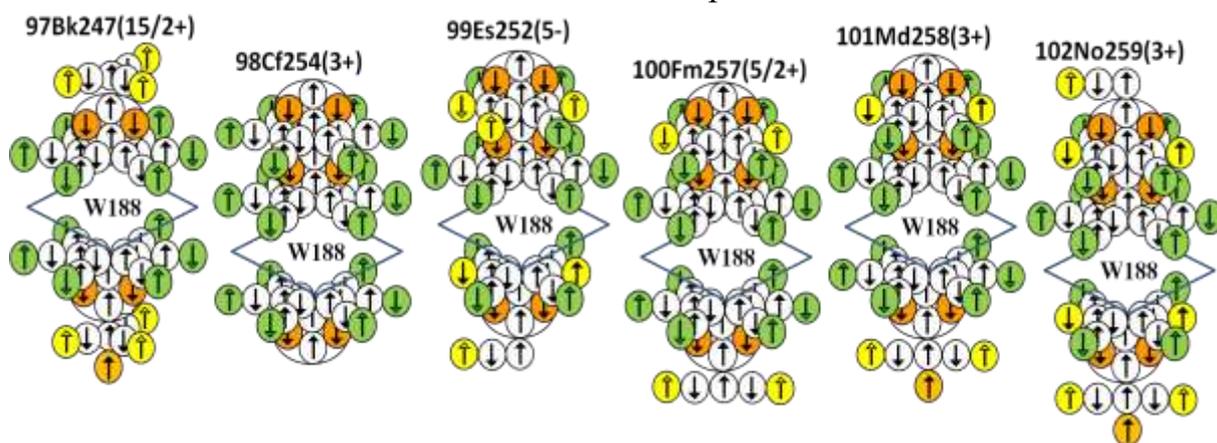


Рисунок 5-4. Пример конфигураций ряда $74\text{W}188(+40)$

Список контрольных ядер: 82Pb - один полный р-слой, 90Th - два полных р-слоя, 98Cf - три полных р-слоя. Для сравнения, в общепринятом распределении электронов в атоме второй электронный f-слой начинает заполняться с атома 90Th .

Таблица 17. Общепринятое заполнение второго электронного f-слоя

90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm
5f1	5f2	5f3	5f4	5f5	5f7	5f7
97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr
5f8	5f10	5f11	5f12	5f13	5f14	5f14

Как видно из таблицы ниже, переходной диапазон 82Pb-88Ra не является конкурентом ряду 62Sm160(+36), так как не все пики стабильности входят в диапазон разрешённых изотопов ряда 74W188(+40).

Таблица 18. Список d-изотопов в ряду с кором 74W188(+40)

Р	пик стабильности	Пик уд. Энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда 56Ba138(+26) (один f-слой)	Изотопы ряда 62Sm160(+36) (два f-слоя)	Изотопы ряда 74W188(+40) (два f-слоя)
82	Pb208	Pb202	Pb178-Pb215	Pb190-Pb210	Pb200-Pb214	Pb204-Pb210
83	Bi209	Bi203	Bi184-Bi218	Bi192-Bi212	Bi202-Bi216	Bi206-Bi213
84	Po209	Po206	Po188-Po220	Po194-Po214	Po204-Po218	Po208-Po216
85	At210	At209	At193-At223	At196-At216	At207-At224	At210-At218
86	Rn222	Rn210	Rn195-Rn228	Rn198-Rn218	Rn208-Rn226	Rn212-Rn220
87	Fr223	Fr213	Fr199-Fr232	Fr201-Fr224	Fr210-Fr229	Fr214-Fr222
88	Ra226	Ra214	Ra202-Ra234	Ra202-Ra226	Ra212-Ra232	Ra216-Ra224
89	Ac227	Ac215	Ac206-Ac236	Ac204-Ac229	Ac214-Ac234	Ac219-Ac230
90	Th232	Th216	Th209-Th238	Th206-Th232	Th216-Th236	Th220-Th232
91	Pa231	Pa217	Pa212-Pa240	Pa208-Pa234	Pa218-Pa238	Pa222-Pa235
92	U238	U218	U217-U242	U210-U236	U220-U240	U224-U238
93	Np237	Np225	Np225-Np244	Np212-Np238	Np223-Np242	Np226-Np240
94	Pu244	Pu230	Pu228-Pu247	Pu214-Pu240	Pu224-Pu248	Pu228-Pu242
95	Am243	Am232	Am231-Am249	Am216-Am246	Am226-Am251	Am230-Am244
96	Cm247	Cm234	Cm233-Cm252	Cm218-Cm248	Cm228-Cm254	Cm232-Cm246
97	Bk247	Bk239	Bk235-Bk254	Bk220-Bk251	Bk230-Bk256	Bk235-Bk252
98	Cf251	Cf240	Cf237-Cf256	Cf222-Cf254	Cf232-Cf258	Cf236-Cf254
99	Es252	Es243	Es240-Es258	Es224-Es256	Es234-Es260	Es238-Es257
100	Fm257	Fm246	Fm242-Fm260	Fm226-Fm258	Fm236-Fm266	Fm240-Fm260
101	Md258	Md247	Md245-Md262	Md228-Md260	Md239-Md268	Md242-Md262
102	No259	No250	No248-No264	No230-No262	No240-No270	No244-No264

Начиная с ядер 101Md увеличивается вероятность существования ядер ряда с кором 86Rn216(+44).

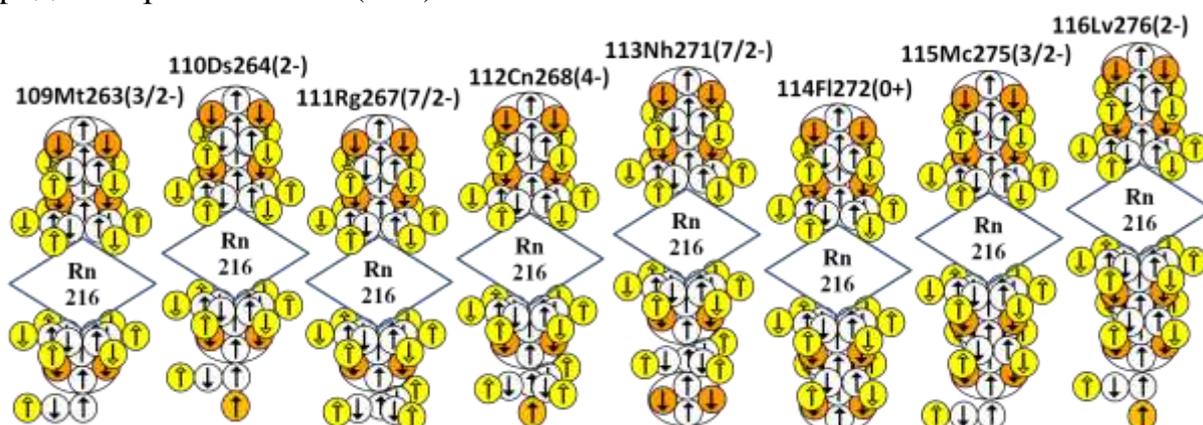


Рисунок 5-5. Пример конфигураций ряда 86Rn216(+44)

По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, в этом ряду основной диапазон должен начинаться с ядер 100Fm , аналогов ядер 28Ni . Фактически, изотопы с пиками стабильности попадают в данный ряд только после члена 108Hs .

Таблица 19. Список d-изотопов в ряду с кором $86\text{Rn}216(+44)$

Р	пик стаб.	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $62\text{Sm}160(+36)$ (2d-слоя)	Изотопы ряда $74\text{W}188(+40)$ (3d-слоя)	Изотопы ряда $86\text{Rn}216(+44)$ (4d-слоя)
94	Pu244	Pu228-Pu247	Pu224-Pu248	Pu228-Pu242	Pu232-Pu238
95	Am243	Am231-Am249	Am226-Am251	Am230-Am244	Am234-Am241
96	Cm247	Cm233-Cm252	Cm228-Cm254	Cm232-Cm246	Cm236-Cm244
97	Bk247	Bk235-Bk254	Bk230-Bk256	Bk235-Bk252	Bk238-Bk246
98	Cf251	Cf237-Cf256	Cf232-Cf258	Cf236-Cf254	Cf240-Cf248
99	Es252	Es240-Es258	Es234-Es260	Es238-Es257	Es242-Es250
100	Fm257	Fm242-Fm260	Fm236-Fm266	Fm240-Fm260	Fm244-Fm252
101	Md258	Md245-Md262	Md239-Md268	Md242-Md262	Md247-Md258
102	No259	No248-No264	No240-No270	No244-No264	No248-No260
103	Lr264	Lr254-Lr266	Lr242-Lr273	Lr246-Lr266	Lr250-Lr263
104	Rf265	Rf253-Rf268	Rf244-Rf276	Rf248-Rf268	Rf252-Rf266
105	Db268	Db255-Db270	Db246-Db278	Db251-Db274	Db254-Db268
106	Sg272	Sg258-Sg273	Sg248-Sg280	Sg252-Sg276	Sg256-Sg270
107	Bh273	Bh260-Bh275	Bh250-Bh282	Bh254-Bh279	Bh258-Bh272
108	Hs276	Hs263-Hs277	Hs252-Hs284	Hs256-Hs282	Hs260-Hs274
109	Mt279	Mt265-Mt279	Mt254-Mt290	Mt258-Mt284	Mt262-Mt280
110	Ds281	Ds267-Ds281	Ds256-Ds292	Ds260-Ds286	Ds264-Ds282
111	Rg283	Rg272-Rg283	Rg258-Rg295	Rg262-Rg288	Rg266-Rg285
112	Cn285	Cn277- Cn285	Cn260- Cn298	Cn264- Cn290	Cn268- Cn288
113	Nh287	Nh283- Nh287	Nh262- Nh300	Nh267- Nh296	Nh270- Nh290
114	Fl289	Fl285- Fl289	Fl264- Fl302	Fl268- Fl298	Fl272- Fl292
115	Mc291	Mc287- Mc291	Mc266- Mc304	Mc270- Mc301	Mc274- Mc294

6. Моделирование ядер с тремя f-оболочками

Ранее для моделирования стабильных и самых устойчивых изотопов было использовано несколько модельных рядов. При этом нестабильные изотопы на обеих окраинах диапазонов экспериментально открытых изотопов могут моделироваться другими соседними рядами. Теперь рассмотрим возможность существования изотопов с тремя f-оболочками в коре, как показано на рисунке ниже.

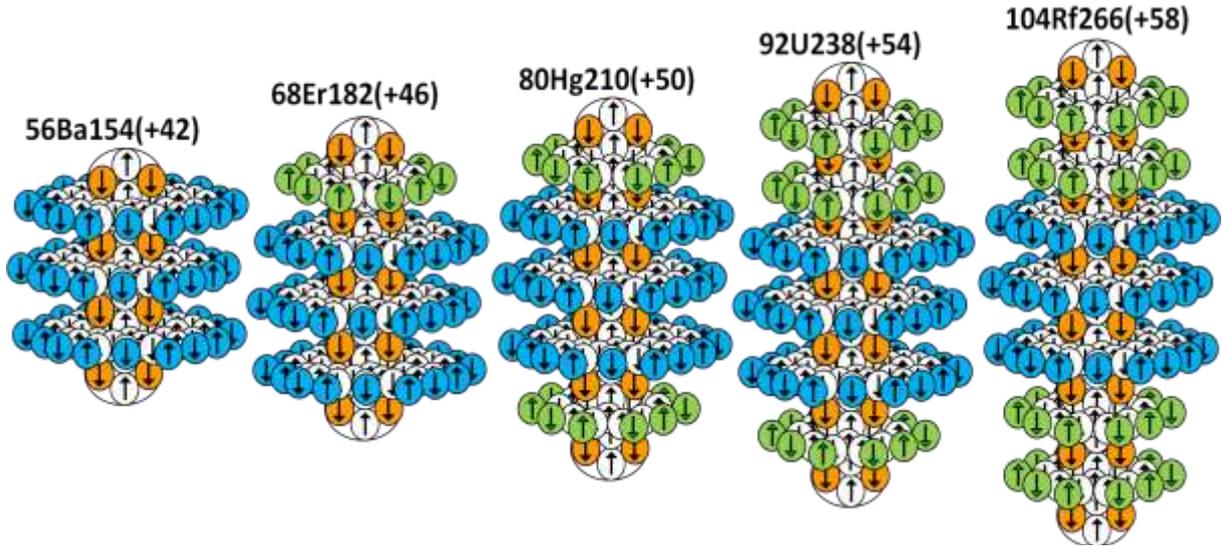


Рисунок 6-1. Вид коров с тремя f-оболочками

Самым простым рядом с тремя f-слоями является ряд $56\text{Ba}154(+42)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, переходной диапазон должен начинаться с ядер 64Gd , а основной диапазон - с ядер 70Yb , аналогов ядер 28Ni . Фактически, изотопы с пиками стабильности попадают в диапазон возможных изотопов ряда только начиная с члена 80Hg .

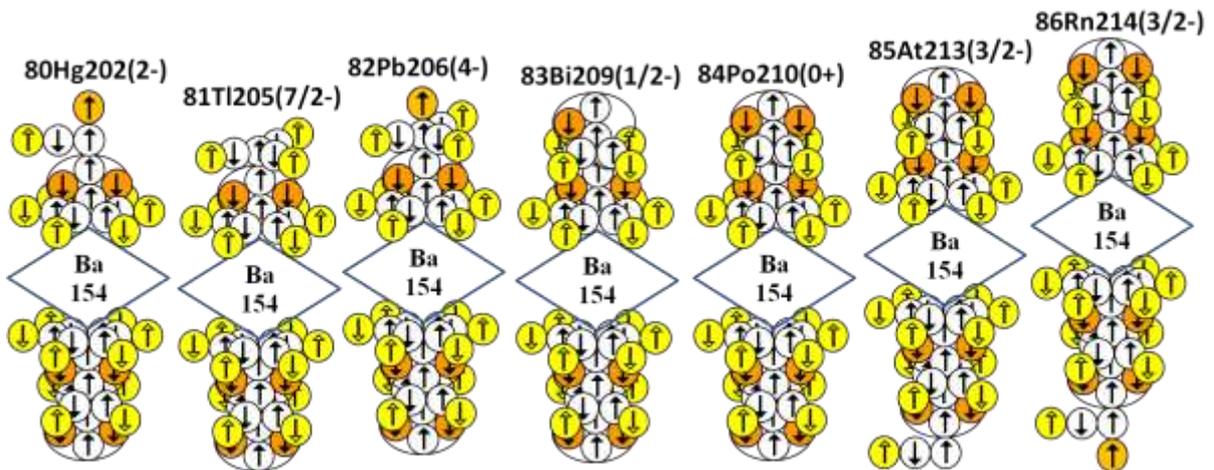


Рисунок 6-2. Пример конфигураций ряда $56\text{Ba}154(+42)$

Список контрольных ядер: 72Hf - два p-слоя, на которых может разместиться до 12 d-протонов; 80Hg - три p-слоя, на которых может разместиться до 18 d-протонов.

Таблица 20. Список d-изотопов в ряду с кором 56Ba154(+42)

Р	пик стабильности	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда 56Ba138(+26)	Изотопы ряда 62Sm160(+36)	Изотопы ряда 56Ba154(+42)
78	Pt195	Pt186	Pt166-Pt202	Pt182-Pt196	Pt192-Pt204	Pt198-Pt212
79	Au197	Au193	Au169-Au205	Au185-Au202	Au194-Au207	Au200-Au218
80	Hg202	Hg194	Hg171-Hg210	Hg186-Hg204	Hg196-Hg210	Hg202-Hg220
81	Tl205	Tl197	Tl176-Tl212	Tl188-Tl207	Tl198-Tl212	Tl204-Tl223
82	Pb208	Pb202	Pb178-Pb215	Pb190-Pb210	Pb200-Pb214	Pb206-Pb226
83	Bi209	Bi203	Bi184-Bi218	Bi192-Bi212	Bi202-Bi216	Bi208-Bi228
84	Po218	Po206	Po188-Po220	Po194-Po214	Po204-Po218	Po210-Po230

Следующим рядом является ряд с кором 68Er182(+46). По аналогии с рядом 14Si32(+4), в этом ряду переходной диапазон должен начинаться с ядер 76Os, а основной диапазон - с ядер 82Pb, аналогов ядер 28Ni. Список контрольных ядер: 84Po - два р-слоя, на которых может разместиться до 12 d-протонов; 92U - три р-слоя, на которых может разместиться до 18 d-протонов. Изотопы с пиками стабильности попадают в диапазон возможных изотопов ряда только начиная с члена 84Po.

Имеется экспериментальный факт, что начиная с изотопа Po218 зарождается вторая линия пиков стабильности, в которой время жизни увеличивается одновременно с затуханием времени жизни изотопов первой линии, продолжающейся за изотопом Po209. Начиная с радона, время жизни изотопов второй линии становится больше.

Таблица 21. Сравнение времени жизни у изотопов второй и первой линий

Изотоп с пиком стабильности	Po218	At220	Rn222	Fr223	Ra226	Ac227	Th232	Pa231
Период полураспада	3.10 m	3.71 m	3.8235 d	22.00 m	1600 y	21.773 y	стаб.	32760 y
Изотоп с пиком стабильности	Po209	At210	Rn211	Fr212	Ra213	Ac214	Th215	Pa216
Период полураспада	102 y	8.1 h	14.6 h	20.0 m	2.74 m	8.2 s	1.2 s	105 ms

Логично предположить, что увеличение времени жизни связано с коренной перестройка структуры атомов - при растягивании время жизни ядра уменьшается, при сжатии время жизни ядра увеличивается. Причиной такой перестройки в нашей модели может быть появление в ядрах атомов третьего тяжёлого f-слоя, в результате чего и сокращается длина ядер.

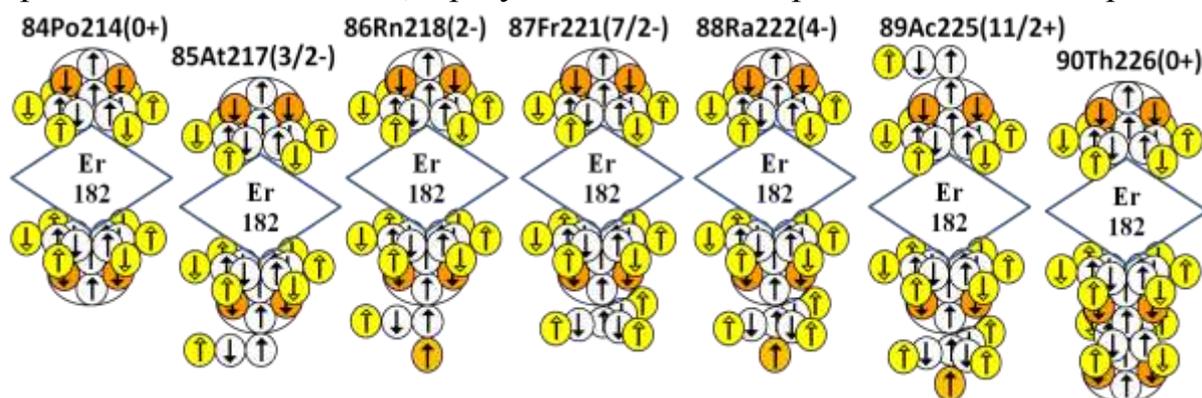


Рисунок 6-3. Пример конфигураций ряда 68Er182(+46)

Таблица 22. Список d-изотопов в ряду с кором 68Er182(+46)

Р	пик ста- бильности	Пик уд. энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда 62Sm160(+36)	Изотопы ряда 56Ba154(+42)	Изотопы ряда 68Er182(+46)
82	Pb208	Pb202	Pb178-Pb215	Pb200-Pb214	Pb206-Pb226	Pb210-Pb218
83	Bi209	Bi203	Bi184-Bi218	Bi202-Bi216	Bi208-Bi228	Bi212-Bi224
84	Po218	Po206	Po188-Po220	Po204-Po218	Po210-Po230	Po214-Po226
85	At220	At209	At193-At223	At207-At224	At212-At232	At216-At229
86	Rn222	Rn210	Rn195-Rn228	Rn208-Rn226	Rn214-Rn234	Rn218-Rn232
87	Fr223	Fr213	Fr199-Fr232	Fr210-Fr229	Fr216-Fr240	Fr220-Fr234
88	Ra226	Ra214	Ra202-Ra234	Ra212-Ra232	Ra218-Ra242	Ra222-Ra236
89	Ac227	Ac215	Ac206-Ac236	Ac214-Ac234	Ac220-Ac244	Ac224-Ac238
90	Th232	Th216	Th209-Th238	Th216-Th236	Th222-Th246	Th226-Th240
91	Pa231	Pa217	Pa212-Pa240	Pa218-Pa238	Pa224-Pa248	Pa228-Pa242
92	U238	U218	U217-U242	U220-U240	U226-U250	U230-U248

Следующим является ряд 80Hg210(+50).

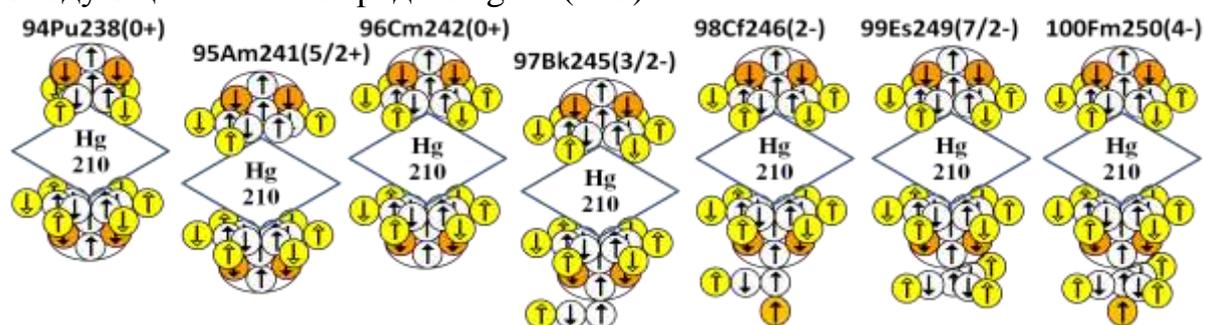


Рисунок 6-4. Пример конфигураций изотопов с кором 80Hg210(+50)

Основной диапазон ряда начинается с ядер 94Pu (по аналогии с рядом 14Si32(+4) это аналог ядер 28Ni), переходной диапазон – с ядер 88Ra.

Таблица 23. Список d-изотопов в ряду с кором 80Hg210(+50)

Р	пик ста- бильности	Пик уд. Энергии связи	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда 62Sm160(+36) (два f-слоя)	Изотопы ряда 74W188(+40) (два f-слоя)	Изотопы ряда 80Hg210(+50) (три f-слоя)
88	Ra226	Ra214	Ra202-Ra234	Ra212-Ra232	Ra216-Ra224	Ra226-Ra232
89	Ac227	Ac215	Ac206-Ac236	Ac214-Ac234	Ac218-Ac230	Ac228-Ac235
90	Th232	Th216	Th209-Th238	Th216-Th236	Th220-Th232	Th230-Th238
91	Pa231	Pa217	Pa212-Pa240	Pa218-Pa238	Pa222-Pa235	Pa232-Pa240
92	U238	U218	U217-U242	U220-U240	U224-U238	U234-U242
93	Np237	Np225	Np225-Np244	Np222-Np246	Np226-Np240	Np236-Np244
94	Pu244	Pu230	Pu228-Pu247	Pu224-Pu248	Pu228-Pu242	Pu238-Pu246
95	Am243	Am232	Am231-Am249	Am226-Am251	Am230-Am244	Am241-Am252
96	Cm247	Cm234	Cm233-Cm252	Cm228-Cm254	Cm232-Cm246	Cm242-Cm254
97	Bk247	Bk239	Bk235-Bk254	Bk230-Bk256	Bk235-Bk252	Bk244-Bk257
98	Cf251	Cf240	Cf237-Cf256	Cf232-Cf258	Cf236-Cf254	Cf2246-Cf260
99	Es252	Es243	Es240-Es258	Es234-Es260	Es238-Es257	Es248-Es262
100	Fm257	Fm246	Fm242-Fm260	Fm236-Fm266	Fm240-Fm260	Fm250-Fm264
101	Md258	Md247	Md245-Md262	Md239-Md268	Md242-Md262	Md252-Md266
102	No259	No250	No248-No264	No240-No270	No244-No264	No254-No268
103	Lr264	Lr255	Lr254-Lr266	Lr242-Lr273	Lr246-Lr266	Lr257-Lr274
104	Rf265	Rf256	Rf253-Rf268	Rf244-Rf276	Rf248-Rf268	Rf258-Rf276

Начиная с ядер ^{107}Bh увеличивается вероятность существования ядер основного диапазона ряда $^{92}\text{U}238(+54)$.

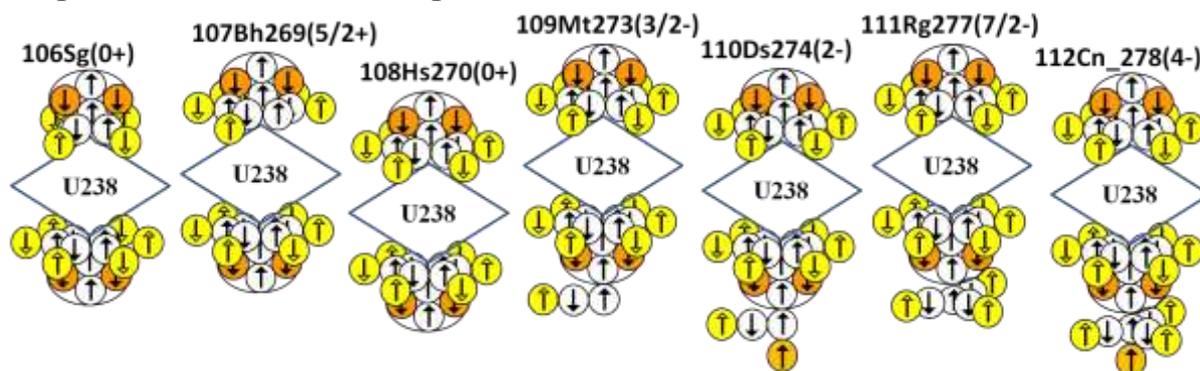


Рисунок 6-5. Пример конфигураций изотопов с кором $^{92}\text{U}238(+54)$

По аналогии с рядом $^{14}\text{Si}32(+4)$, в этом ряду переходной диапазон должен начинаться с ядер ^{100}Fm , а основной диапазон - с ядер ^{106}Sg , аналогов ядер ^{28}Ni . Список контрольных ядер нового ряда: с ^{108}Hs начинаются ядра с двумя полными р-слоями, на которых может разместиться до 12 d-протонов; с 116 химического элемента начинаются ядра с тремя полными р-слоями, на которых может разместиться до 18 d-протонов.

Таблица 24. Список d-изотопов в ряду с кором $^{92}\text{U}238(+54)$

Р	пик стаб.	Эксперим. открытые изотопы	Изотопы ряда $^{74}\text{W}188(+40)$ (два f-слоя)	Изотопы ряда $^{80}\text{Hg}210(+50)$ (три f-слоя)	Изотопы ряда $^{92}\text{U}238(+54)$ (три f-слоя)
100	Fm257	Fm242-Fm260	Fm240-Fm260	Fm250-Fm264	Fm254-Fm260
101	Md258	Md245-Md262	Md242-Md262	Md252-Md266	Md256-Md263
102	No259	No248-No264	No244-No264	No254-No268	No258-No266
103	Lr264	Lr254-Lr266	Lr246-Lr266	Lr257-Lr274	Lr260-Lr268
104	Rf265	Rf253-Rf268	Rf248-Rf268	Rf258-Rf276	Rf262-Rf270
105	Db268	Db255-Db270	Db251-Db274	Db260-Db279	Db264-Db272
106	Sg272	Sg258-Sg273	Sg252-Sg276	Sg262-Sg282	Sg266-Sg274
107	Bh273	Bh260-Bh275	Bh254-Bh279	Bh264-Bh284	Bh269-Bh280
108	Hs276	Hs263-Hs277	Hs256-Hs282	Hs266-Hs286	Hs270-Hs282
109	Mt279	Mt265-Mt279	Mt258-Mt284	Mt268-Mt288	Mt272-Mt285
110	Ds281	Ds267-Ds281	Ds260-Ds286	Ds270-Ds290	Ds274-Ds288
111	Rg283	Rg272-Rg283	Rg262-Rg288	Rg273-Rg296	Rg276-Rg290
112	Cn285	Cn277- Cn285	Cn264- Cn290	Cn274- Cn298	Cn278- Cn292
113	Nh287	Nh283- Nh287	Nh267- Nh296	Nh276- Nh301	Nh280- Nh294
114	Fl289	Fl285- Fl289	Fl268- Fl298	Fl278- Fl304	Fl283- Fl296
115	Mc291	Mc287- Mc291	Mc270- Mc301	Mc280- Mc306	Mc285- Mc302
116		Lv289- Lv292	Lv272- Lv304	Lv282- Lv308	Lv286- Lv304
117		Ts291- Ts292	Ts274- Ts306	Ts284- Ts310	Ts288- Ts307
118		Og293	Og 276- Og308	Og 286- Og312	Og 290- Og310

Как видно из таблицы выше, в данном диапазоне химических элементов изомеры нового ряда $^{92}\text{U}238(+54)$ успешно конкурируют с изомерами предыдущего ряда $^{80}\text{Hg}210(+50)$ - все изотопы с пиками стабильности попадают в диапазон возможных изотопов.

7. Моделирование ядер в неизведанной области

На 118 химическом элементе закончился массив экспериментально открытых изотопов. Но у нас в запасе остался ещё один кор с тремя f-оболочками - $104\text{Rf}266(+58)$. По аналогии с рядом $14\text{Si}32(+4)$, в этом ряду переходной диапазон должен начинаться с ядер 112Cn , а основной диапазон - с ядер 118Og , аналогов ядер 28Ni .

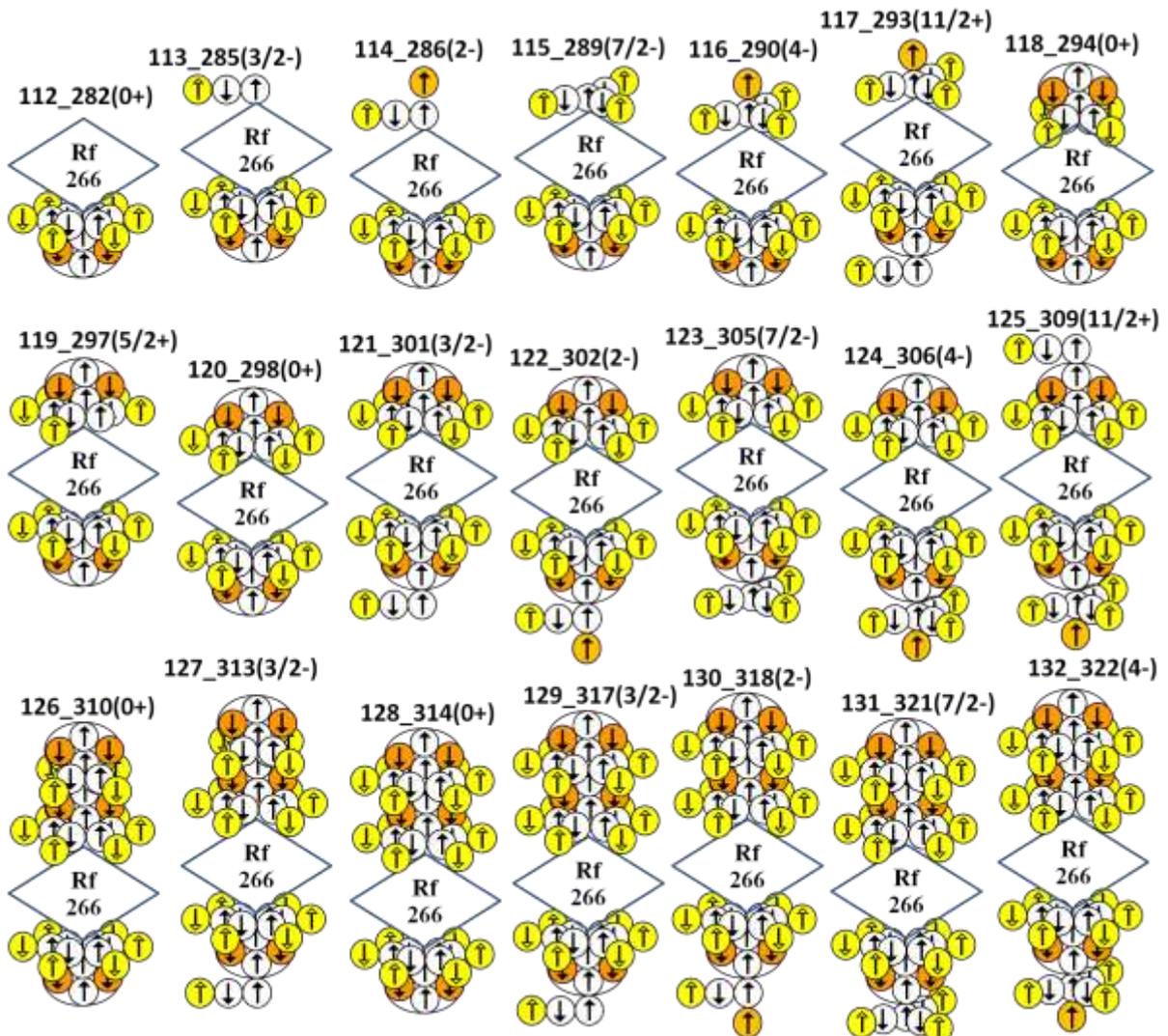


Рисунок 7-1. Пример конфигураций изотопов с кором $104\text{Rf}266(+58)$

По аналогии с другими рядами мы можем теоретически рассчитать диапазоны возможных изотопов с таким кором.

Таблица 25. Список d-изотопов в ряду с кором $104\text{Rf}266(+58)$

хим.элемент	112Cn	113Nh	114Fl	115Mc	116Lv	117Ts
d-изотопы	282-288	284-291	286-294	288-296	290-298	292-300
хим.элемент	118Og	119	120	121	122	123
d-изотопы	294-302	297-308	298-310	300-313	302-316	304-318
хим.элемент	124	125	126	127	128	129
d-изотопы	306-320	308-322	310-324	313-330	314-332	316-335

8. Заключение

В данной части монографии «Особенности вращения» были промоделированы все тяжёлые химические элементы после никеля. Задачей моделирования было показать причины существования большого количества изотопов для каждого химического элемента. Данная ядерная модель для каждого ядра предполагает существование основного состояния и нескольких изомерных состояний с разной пространственной конфигурацией нуклонов и с различными значениями спина, чётности и валентности. На рисунках чаще всего изображаются валентные изомерные состояния, поэтому спин и чётность ядра конкретного изотопа могут не совпадать с табличными данными основного состояния этого изотопа. При моделировании было показано, что существует ограниченное количество ядерных рядов с неизменной одинаковой сердцевиной, названной в модели кором. В условиях интенсивных внешних воздействий со всех сторон в каждом ряду ядра атомов конфигурируются таким образом, чтобы форма ядра была похожа на эллипсоид вращения. Модельный ряд ядер состоит из основного диапазона и переходного диапазона. В переходном диапазоне могут одновременно существовать ядра с одинаковым количеством и протонов и нейтронов, но с разной сердцевиной (кором). Ряды могут существовать параллельно, то есть одинаковые изотопы могут существовать в разных изомерных состояниях, принадлежащих разным модельным рядам. В таблице ниже представлен один из возможных вариантов основной последовательности модельных ядерных рядов для наиболее распространённых стабильных изотопов и для изотопов с пиками стабильности.

Таблица 26. Основная последовательность модельных ядерных рядов

	Ряд тяж. ядер	нач.	тяжёлые слои, кол.	контрольные ядра
1	14Si32(+4)	28Ni	1d-слой	1 Ti48, Zn64, Sr80
2	26Fe60(+8)	40Zr	2d-слоя	2 Se76, Mo92, Sn108
3	38Sr88(+12)	54Xe	3d-слоя	3 Pd104, Xe120, Sm136
4	44Ru110(+22)	58Ce	2d-слоя, 1f-слой	3 Te126, Nd142, Er158
5	56Ba138(+26)	70Yb	3d-слоя, 1f-слой	4 Gd154, Hf170, Hg186
6	62Sm160(+36)	78Pt	2d-слоя, 2f-слоя	4 Yb176, Pt192, Rn208
7	56Ba154(+42)	86Rn	0d-слоя, 3f-слоя	3 Hg202, Ra218, Cm234
8	68Er182(+46)	90Th	1d-слой, 3f-слоя	4 Po214, U230, Fm246
9	80Hg210(+50)	92U	2d-слоя, 3f-слоя	5 Ra226, Cm242, Rf258
10	92U238(+54)	104Rf	3d-слоя, 3f-слоя	6 Fm254, Hs270, Lv286
11	104Rf266(+58)	116Lv	4d-слоя, 3f-слоя	7

В данный вариант основной последовательности не попали следующие исследованные ранее ядерные ряды: 20Ca54(+14), 32Ge82(+18), 68Er166(+30), 38Sr104(+28), 50Sn132(+32), 74W188(+40), 86Rn216(+44).

Список основной последовательности модельных ядерных рядов составлен в результате сравнительного анализа экспериментальных данных о валентностях атомов в химических соединениях и теоретической валентности атомов каждого модельного ряда. Подробные результаты

анализа отражены в таблице ниже. В общепризнанной модели распределения электронов в символьном обозначении показывается строгая последовательность электронных подоболочек в зависимости от расстояния до ядра атома. Читается только в одном направлении слева направо. В нашей новой модели в символьном обозначении показывается линейная последовательность ядерных плоских слоёв вдоль оси симметрии веретенообразного ядра, которую можно читать в любом направлении. Электронное распределение в атоме является следствием распределения протонов в ядре. Валентность атома определяется суммарным количеством протонов в самых крайних р-слоях на двух противоположных концах ядра.

Таблица 27. Новая модель распределения электронов в атомах

№	х. эл.	Валентность атома	Общепризнанное распределение электронов	Новая модель распределения протонов в атомном ядре и электронов в электронной оболочке атома
1	H	(-1), +1	1-s1	s1
2	He	0	1-s2	s2
3	Li	+1	1-s2, 2-s1	s2p1
4	Be	+2	1-s2, 2-s2	s2p2
5	B	-3, +3	1-s2, 2-s2p1	s2p3
6	C	(+2), +4	1-s2, 2-s2p2	s2p4
7	N	-3, -2, -1, (+1), +2, +3, +4, +5	1-s2, 2-s2p3	s2p5
8	O	-2	1-s2, 2-s2p4	s2p4s2
9	F	-1, (+1)	1-s2, 2-s2p5	s2p5s2
10	Ne	0	1-s2, 2-s2p6	s2p6s2
11	Na	+1	...2-s2p6, 3-s1	s2p6s2p1
12	Mg	+2	...2-s2p6, 3-s2	s2p6s2p2
13	Al	+3	...3-s2p1	s2p6s2p3
14	Si	-4, (+2), +4	...3-s2p2	s2p6s2p4
15	P	-3, +1, +3, +5	...3-s2p3	p2s2p6s2p3
16	S	-2, +2, +4, +6	...3-s2p4	p2s2p6s2p4
17	Cl	-1, +1, (+2), +3, (+4), +5, +7	...3-s2p5	p3s2p6s2p4
18	Ar	0	...3-s2p6	s2p6s2p6s2
19	K	+1	...3-s2p6, 4-s1	s2p6s2p6s2p1
20	Ca	+2	...3-s2p6, 4-s2	s2p6s2p6s2p2
21	Sc	+3	...4-s2, 3-d1	s2p6s2p6s2p3
22	Ti	+2, +3, +4	...4-s2, 3-d2	s2p6s2p6s2p4
23	V	+2, +3, +4, +5	...4-s2, 3-d3	p2s2p6s2p6s2p3
24	Cr	+2, +3, +6	...4-s1, 3-d5	p2s2p6s2p6s2p4
25	Mn	+2, (+3), +4, (+6), +7	...4-s2, 3-d5	p3s2p6s2p6s2p4
26	Fe	+2, +3, (+4), (+6)	...4-s2, 3-d6	p2s2p6s2p6s2p4s2
27	Co	+2, +3, (+4)	...4-s2, 3-d7	p3s2p6s2p6s2p4s2
28	Ni	(+1), +2, (+3), (+4)	...4-s2, 3-d8	p4s2p6s2p6s2p4s2
28	Ni	(+1), +2, (+3), (+4)	...4-s2, 3-d8	s2p6s2d10s2p4s2
29	Cu	+1, +2, (+3)	...4-s1, 3-d10	s2p4s2d10s2p6s2p1
30	Zn	+2	...4-s2, 3-d10	s2p4s2d10s2p6s2p2
31	Ga	(+2), +3	...3-d10, 4-p1	s2p4s2d10s2p6s2p3
32	Ge	-4, +2, +4	...3-d10, 4-p2	s2p6s2d10s2p6s2p2
33	As	-3, (+2), +3, +5	...3-d10, 4-p3	s2p6s2d10s2p6s2p3
34	Se	-2, (+2), +4, +6	...3-d10, 4-p4	s2p6s2d10s2p6s2p4
35	Br	-1, +1, (+3), (+4), +5	...3-d10, 4-p5	s2p5s2d10s2p6s2p4s2
36	Kr	0	...3-d10, 4-p6	s2p6s2d10s2p6s2p4s2
37	Rb	+1	...3-d10, 5-s1	p1s2p6s2d10s2p6s2p4s2
38	Sr	+2	...3-d10, 5-s2	p2s2p6s2d10s2p6s2p4s2
39	Y	+3	...5-s2, 4-d1	p3s2p6s2d10s2p6s2p4s2

40	Zr	(+2), (+3), +4	...5-s2, 4-d2	p4s2p6s2d10s2p6s2p4s2
40	Zr	(+2), (+3), +4	...5-s2, 4-d2	s2p4s2d10s2d10s2p4s2p2
41	Nb	(+2), +3,(+4), +5	...5-s1, 4-d4	s2p4s2d10s2d10s2p4s2p3
42	Mo	(+2),+3,(+4),(+5),+6	...5-s1, 4-d5	p2s2p4s2d10s2d10s2p4s2p2
43	Tc	+6	...5-s2, 4-d5	p2s2p4s2d10s2d10s2p4s2p3
44	Ru	(+2), +3, +4, (+6),(+7),+8	...5-s1, 4-d7	p2s2p4s2d10s2d10s2p6s2p2
45	Rh	(+2), (+3), +4, (+6)	...5-s1, 4-d8	p2s2p6s2d10s2d10s2p6s2p1
46	Pd	+2, +4, (+6)	...4-d10	p2s2p6s2d10s2d10s2p6s2p2
47	Ag	+1, (+2), (+3)	...5-s1, 4-d10	s2p4s2p6s2d10s2d10s2p4s2p1
48	Cd	(+1), +2	...5-s2, 4-d10	s2p4s2p6s2d10s2d10s2p4s2p2
49	In	(+1), (+2), +3	...4-d10,5-p1	s2p4s2p6s2d10s2d10s2p4s2p3
50	Sn	+2, +4	...4-d10,5-p2	s2p4s2p6s2d10s2d10s2p6s2p2
51	Sb	-3, +3, (+4), +5	...4-d10,5-p3	s2p4s2p6s2d10s2d10s2p6s2p3
52	Te	-2, (+2), +4, +6	...4-d10,5-p4	s2p4s2p6s2d10s2d10s2p6s2p4
53	I	-1, +1,(+3), (+4),+5,+7	...4-d10,5-p5	p1s2p4s2p6s2d10s2d10s2p6s2p4
54	Xe	0	...4-d10,5-p6	s2p4s2p6s2d10s2d10s2p6s2p4s2
54	Xe	0	...4-d10,5-p6	s2p6s2d10s2d10s2d10s2p6s2
55	Cs	+1	...5-p6,6-s1	s2p6s2d10s2d10s2d10s2p6s2p1
56	Ba	+2	...5-p6,6-s2	s2p6s2d10s2d10s2d10s2p6s2p2
57	La	+3	...6-s2,5-d1	s2p6s2d10s2d10s2d10s2p6s2p3
58	Ce	+3, +4	...6-s2,4-f2	s2p6s2d10s2d10s2d10s2p6s2p4
58	Ce	+3, +4	...6-s2,4-f2	s2p6s2d10s2f16s2d10s2p4s2
59	Pr	+3,+4,(+2)	...6-s2,4-f3	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2p4s2p1
60	Nd	+3, +4,(+2)	...6-s2,4-f4	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2p4s2p2
61	Pm	+3	...6-s2,4-f5	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2p6s2p1
62	Sm	(+2), +3,(+4)	...6-s2,4-f6	p2s2p6s2d10s2f16s2d10s2p6s2
63	Eu	(+2), +3	...6-s2,4-f7	p3s2p6s2d10s2f16s2d10s2p6s2
64	Gd	+3,(+2,+1)	...4-f7,5-d1	p4s2p6s2d10s2f16s2d10s2p6s2
65	Tb	(+1),+3, +4	...4-f9	s2p3s2p6s2d10s2f16s2d10s2p6s2
66	Dy	+3,(+2,+4)	...4-f10	s2p4s2p6s2d10s2f16s2d10s2p4s2p2
67	Ho	+3,(+2)	...4-f11	s2p4s2p6s2d10s2f16s2d10s2p4s2p3
68	Er	+3,(+1)	...4-f12	s2p4s2p6s2d10s2f16s2d10s2p6s2p2
69	Tm	(+2), +3	...4-f13	s2p4s2p6s2d10s2f16s2d10s2p6s2p3
70	Yb	(+2), +3	...4-f14	s2p4s2p6s2d10s2f16s2d10s2p6s2p4
70	Yb	(+2), +3	...4-f14	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2d10s2p4s2
71	Lu	+3	...4-f14,5-d1	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2d10s2p4s2p1
72	Hf	+4	...4-f14,5-d2	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2d10s2p4s2p2
73	Ta	(+3), (+4), +5	...4-f14,5-d3	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2d10s2p4s2p3
74	W	(+2),(+3),(+4), (+5),+6	...4-f14,5-d4	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2d10s2p4s2p4
75	Re	(-1), (+1),+2,(+3), +4, (+5), +6, +7	...4-f14,5-d5	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2d10s2p6s2p3
76	Os	(+2), +3, +4, +6, +8	...4-f14,5-d6	p2s2p4s2d10s2f16s2d10s2d10s2p6s2p4
77	Ir	(+1), (+2),+3,+4,+6	...4-f14,5-d7	p2s2p6s2d10s2f16s2d10s2d10s2p6s2p3
78	Pt	(+1),+2,(+3),+4,+6	...4-f14,5-d9	p2s2p6s2d10s2f16s2d10s2d10s2p6s2p4
78	Pt	(+1),+2,(+3),+4,+6	...4-f14,5-d9	s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2
79	Au	+1, (+2), +3	...4-f14,5-d10	s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2p1
80	Hg	+1, +2	...4-f14,5-d10	s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2p2
81	Tl	+1, (+2), +3	...5-d10,6-p1	s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2p3
82	Pb	+2, +4	...5-d10,6-p2	s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4
83	Bi	(-3), (+2),+3, (+4),(+5)	...5-d10,6-p3	p4s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2p1
84	Po	(-2), +2, +4, (+6)	...5-d10,6-p4	p4s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2p2
85	At	нет данных	...5-d10,6-p5	p4s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2p3
86	Rn	0	...5-d10,6-p6	s2p6s2p6s2d10s2f16s2f16s2d10s2p6s2
86	Rn	0	...5-d10,6-p6	s2p4s2p6s2f16s2f16s2f16s2p6s2p6s2
87	Fr	нет данных	...6-p6,7-s1	s2p4s2p6s2f16s2f16s2f16s2p6s2p6s2p1
88	Ra	+2	...6-p6,7-s2	s2p4s2p6s2f16s2f16s2f16s2p6s2p6s2p2
89	Ac	+3	...7-s2,6-d1	s2p4s2p6s2f16s2f16s2f16s2p6s2p6s2p3
90	Th	+4	...7-s2,6-d2	s2p4s2p6s2f16s2f16s2f16s2p6s2p6s2p4

90	Th	+4	...7-s2,6-d2	s2p4s2p6s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2
91	Pa	+5	...5-f2,6-d1	s2p3s2p6s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p2
92	U	(+2),+3,+4,(+5),+6	...5-f3,6-d1	s2p4s2p6s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p2
92	U	(+2),+3,+4,(+5),+6	...5-f3,6-d1	s2p4s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p4s2
93	Np		...5-f4,6-d1	s2p4s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p5s2
94	Pu		...5-f5,6-d1	s2p4s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2
95	Am		...5-f7	s2p5s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2
96	Cm		...5-f7,6-d1	s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2
97	Bk		...5-f8,6-d1	s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p1
98	Cf		...5-f10	s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p2
99	Es		...5-f11	s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p3
100	Fm		...,5-f12	s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4
101	Md		...5-f13	p1s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4
102	No		...5-f14	s2p4s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2
103	Lr		...5-f14,6-d1	s2p4s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p1
104	Rf		...5-f14,6-d2	s2p4s2p6s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p2
104	Rf		...5-f14,6-d2	s2p4s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p4s2
105	Db		...5-f14,6-d3	s2p5s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p4s2
106	Sg		...5-f14,6-d4	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p4s2
107	Bh		...5-f14,6-d5	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p5s2
108	Hs		...5-f14,6-d6	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2
109	Mt		...5-f14,6-d7	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p1
110	Ds		...5-f14,6-d8	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p2
111	Rg		...5-f14,6-d9	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p3
112	Cn		...5-f14,6-d10	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4
113	Nh		...6-d10,7-p1	p1s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4
114	Fl		...6-d10,7-p2	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4s2
115	Mc		...6-d10,7-p3	p1s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4s2
116	Lv		...6-d10,7-p4	p2s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2p6s2p4s2
116	Lv		...6-d10,7-p4	s2p4s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2d10s2p4s2
117	Ts		...6-d10,7-p5	s2p5s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2d10s2p4s2
118	Og		...6-d10,7-p6	s2p6s2d10s2d10s2f16s2f16s2f16s2d10s2d10s2p4s2

Таблица начинается с символьного описания ядер лёгких атомов. На ядре ^{28}Ni происходит переход на модельный ряд $^{14}\text{Si}^{32(+4)}$. Выбор этой точки перехода связан с экспериментальным фактом существования пика удельной энергии связи у ядра $^{28}\text{Ni}^{62}$. В общепризнанном распределении электронов в следующем атоме ^{29}Cu тоже точка перехода - полностью заполнена первая d-оболочка. В нашей модели тяжёлые слои не могут заполняться постепенно, они возникают сразу целиком в результате внешнего воздействия. Фактически наша точка перехода тоже начинается на атоме ^{29}Cu . Дополнительное символьное описание изомера ^{28}Ni приведено по причине желания показать родоначальника нового ряда.

В общепризнанном распределении электронов новая d-оболочка начинается с атома ^{39}Y . Это новая точка перехода, после которой в нашей модели в ядрах должен появиться второй полностью заполненный d-слой. Чтобы показать родоначальника, нам нужен новый ряд $^{26}\text{Fe}^{60(+8)}$ начинать с ядра ^{38}Sr . Но в ряду $^{26}\text{Fe}^{60(+8)}$ нельзя получить изомеры с валентностью +2 для атомов ^{38}Sr и валентностью +3 для атомов ^{39}Y . По этой причине модельный ряд $^{26}\text{Fe}^{60(+8)}$ начинается с ядра ^{40}Zr .

В общепризнанном распределении электронов показано, что в атоме ^{57}La появляется электрон в третьей d-оболочке, который сразу же исчезает в последующих атомах. В нашей модели это соответствует ряду $^{38}\text{Sr}^{88(+12)}$ с тремя d-слоями. В таблице заодно показаны несколько

соседей ядра 57La , начиная с родоначальника ряда атома 54Xe , который является точкой перегиба в таблице химических элементов Менделеева. Четвёртой точкой перехода является атом 58Ce . В общепризнанном распределении электронов в нём появляется f-оболочка дополнительно к двум d-оболочкам. В нашей модели это соответствует ряду $44\text{Ru}110(+22)$. Пятой точкой перехода является атом 71Lu . В общепризнанном распределении электронов начиная с этого атома растёт третья d-оболочка. В нашей модели кор с тремя d-слоями и одним f-слоем принадлежит ряду $56\text{Ba}138(+26)$. Этот ряд в таблице начинается с соседнего члена - родоначальника ряда 70Yb .

В общепризнанном распределении электронов очередной перелом начинается с точки 80Hg , где заканчивается заполнение электронами третьей d-оболочки. В нашей модели шестой точкой перехода выбран атом 78Pt . Это также точка перегиба в таблице Менделеева. Начиная с этой точки для согласования с экспериментальными данными по валентности атомов в диапазоне $79\text{Au}-86\text{Rn}$ хорошо подходит модельный ряд $62\text{Sm}160(+36)$. Седьмая точка перехода выбрана благодаря факту существования двух линий с пиками стабильности в диапазоне атомов $84\text{Po}-91\text{Pa}$. Эти линии пересекаются в точке 86Rn . К тому же, атом 86Rn является точкой перегиба в таблице Менделеева и в общепризнанном распределении электронов здесь очередная точка перегиба - полностью заполняется p-оболочка. Начиная с этой точки для согласования с экспериментальными данными по валентности атомов в диапазоне $86\text{Rn}-92\text{U}$ хорошо подходит модельный ряд $56\text{Ba}154(+42)$.

Следующие две точки перехода выбраны благодаря факту существования двух островков стабильности 90Th и 92U . Логично предположить, что повышение стабильности связано с укорочением ядер при смене модельного ряда. В точке 90Th начинается ряд $68\text{Er}182(+46)$. В точке 92U начинается ряд $80\text{Hg}210(+50)$. В десятой точке перехода 104Rf начинается ряд $92\text{U}238(+54)$. В одиннадцатой точке перехода 116Lv начинается последний ряд $104\text{Rf}266(+58)$.

Литература

1. Яковлев В.В. Особенности вращения. Часть 1. Исторический обзор представлений об особенностях явлений гидродинамики. Пенза. 2017.
2. Яковлев В.В. Особенности вращения. Часть 2. Взгляд независимого аналитика на вращение и на гидродинамические явления. Пенза. 2017.
3. Яковлев В.В. Особенности вращения. Часть 3. Модель электромагнитных волн на основе новых представлений о гидродинамических явлениях. Пенза. 2018.
4. Яковлев В.В. Особенности вращения. Часть 4. Модель элементарных частиц на основе новых представлений о гидродинамических явлениях. Пенза. 2018.
5. Яковлев В.В. Особенности вращения. Часть 5. Модель атомного ядра на основе новых представлений о гидродинамических явлениях. Пенза. 2018.
6. Краткий физико-технический справочник/ Том 1, - М.: 1960.