

Б-211946

УФН



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»



В.В. Харитонов

**ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ  
ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.  
ЭКОНОМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ**



Москва 2014

Б-211946

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

В.В. Харитонов

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ  
ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.  
ЭКОНОМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ  
МОДЕЛИ

Монография

**Контрольный экземпляр**

К

Москва 2014

338.45:621.039

УДК 338.45:621.039

ББК 65:31.4

X 20

*Харитонов В.В.* Динамика развития ядерной энергетики. Экономико-аналитические модели: Монография. М.: НИЯУ МИФИ, 2014 – 328 с.

В работе основное внимание уделено аналитическим методам расчета взаимосвязей между важнейшими инженерно-экономическими параметрами, характеризующими динамику (многолетние тренды) развития ядерной энергетики в XXI веке. В монографии использованы опубликованные результаты, полученные автором в совместной деятельности с рядом преподавателей, аспирантов и магистрантов Экономико-аналитического института НИЯУ МИФИ.

Включена обзорная глава о сценариях развития ядерной энергетики, разработанных рядом авторитетных международных организаций. Остальной материал перераспределен по следующим темам: «Критерии эффективности инвестиций в энергетические проекты», «Условия саморазвития ядерной энергетики», «Приведенная стоимость электроэнергии АЭС», «Динамика цен и потребностей в природном и обогащенном уране», «Прогноз динамики добычи урана и ее влияние на стратегию развития ядерной энергетики» и «Прогнозирование цен на спотовом рынке природного уранового концентрата методом метрического анализа».

Включено большое количество цветных иллюстраций и таблиц с разнообразными фактическими и расчетными данными.

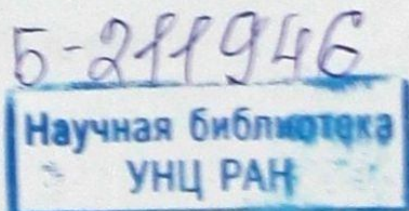
Издание предназначено студентам, аспирантам и преподавателям вузов, а также специалистам отрасли, интересующимся экономическими проблемами ее развития.

Рецензенты: профессор, д-р экон. наук А.И. Агеев,  
доцент, к.ф.-м.н. В.И. Савандер

ISBN 978-5-7262-2041-3

© Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ», 2014

На обложке использована иллюстрация картины  
К. Юона «Новая планета»



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Благодарности .....	6
Предисловие .....	7
Введение. 100 лет атому Н. Бора и 125 лет планетарной модели атома Б. Чичерина .....	9
<b>Глава 1. Сценарии развития ядерной энергетики .....</b>	<b>14</b>
1.1. Потребности в энергии .....	14
1.2. Темпы роста и период удвоения .....	22
1.3. Современное состояние мировой ядерной энергетики .....	25
1.4. Факторы в пользу ядерной энергетики .....	38
1.5. Сценарии развития ядерной энергетики до 2050 г. ....	45
1.6. Развитие инфраструктуры ядерной энергетики .....	49
1.7. Ядерная энергетика США .....	51
1.8. Ядерная энергетика Южной Кореи .....	53
1.9. Ядерная энергетика России .....	55
<b>Заключение к главе 1 .....</b>	<b>60</b>
<b>Приложение к главе 1. Закономерности экспоненциального и логистического роста .....</b>	<b>62</b>
<b>Глава 2. Критерии эффективности инвестиций в энергетические проекты .....</b>	<b>75</b>
2.1. Определение критериев экономической эффективности энергетических проектов .....	76
2.2. Общие выражения для критериев эффективности инвестиций в энергетические проекты .....	92
2.3. Особенности инвестиций в горные проекты .....	115
2.4. Моделирование рисков инвестиционных проектов с помощью метода Монте-Карло .....	123
<b>Заключение к главе 2 .....</b>	<b>127</b>
<b>Приложение к главе 2. Сравнение критериев эффективности инвестиций при степенной и экспоненциальной формах функции дисконтирования .....</b>	<b>129</b>
<b>Глава 3. Условия саморазвития ядерной энергетики .....</b>	<b>133</b>
3.1. О понятии «саморазвитие» отрасли .....	133
3.2. Релаксационная модель развития .....	135
3.3. Условие саморазвития ядерной энергетики .....	137
3.4. Потребность развивающейся энергетики в топливе .....	141
<b>Заключение к главе 3 .....</b>	<b>143</b>

<b>Глава 4. Приведенная стоимость электроэнергии АЭС</b> .....	144
4.1. Определение приведенной стоимости электроэнергии .....	144
4.2. Составляющие стоимости электроэнергии.....	149
4.3. Влияние показателей аварийности АЭС на цену электроэнергии .....	156
4.4. Эффективность инвестиций в реакторы нового поколения .....	162
4.5. Моделирование вероятностного распределения стоимости электроэнергии методом Монте-Карло .....	180
<b>Заключение к главе 4</b> .....	184
<b>Глава 5. Динамика цен и потребностей на природный и обогащенный уран</b> .....	187
5.1. Виды ядерных топливных циклов .....	188
5.2. Глубина выгорания топлива и потребность в обогащении урана .....	195
5.3. Взаимосвязь потоков обогащенного и природного урана .....	201
5.4. Работа разделения .....	203
5.5. Составляющие стоимости ядерного топлива .....	206
5.6. Историческая динамика мировых цен на услуги ЯТЦ .....	216
5.7. Приведенная стоимость работы разделения .....	220
5.8. Прогнозы спроса на ядерное топливо .....	236
<b>Заключение к главе 5</b> .....	239
<b>Глава 6. Прогноз динамики добычи урана и ее влияния на стратегию развития ядерной энергетики</b> .....	242
6.1. Об энергетической эффективности отрасли .....	242
6.2. Драйверы и тормоза добычи не возобновляемых ресурсов .....	245
6.3. Спрос и предложение на рынке природного урана .....	250
6.4. Аналитическая модель динамики добычи не возобновляемых ресурсов .....	256
6.5. Прогноз добычи урана в Канаде .....	263
6.6. Прогноз добычи урана в Австралии.....	265
6.7. Прогноз добычи урана в Казахстане.....	267
6.8. Прогноз добычи урана в России.....	268
6.9. Прогноз добычи урана в мире .....	273
6.10. О влиянии ресурсов урана на стратегию развития ядерной энергетики.....	274
6.11. Динамика добычи углеводородов .....	279
6.12. Динамики добычи технологических металлов .....	288

<b>Заключение к главе 6</b> .....	295
<b>Приложение к главе 6. Расчет параметров добычи урана с помощью методов наименьших квадратов и «условного экстремума»</b> .....	298
<b>Глава 7. Прогнозирование цен на спотовом рынке природного уранового концентрата методом метрического анализа</b> .....	302
7.1. Потребность в природном уране .....	302
7.2. Рынок природного урана .....	303
7.3. Описание экономико-математической модели прогнозирования .....	306
7.4. Учет динамических факторов влияния .....	309
7.5. Динамика цен на спотовом рынке урана .....	311
<b>Заключение к главе 7</b> .....	313
Список использованной литературы .....	315

0182-44

Владимир Витальевич Харитонов

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ  
ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.  
ЭКОНОМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Монография

---

Оригинал-макет изготовлен *С.В. Тялиной*

Подписано в печать 10.12.2014. Формат 60×84 1/16  
Печ.л. 20,5. Уч.-изд. л. 20,5. Тираж 500 экз. Изд. № 017-2. Заказ № 118.  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
115409, Москва, Каширское ш., 31.  
ООО «Полиграфический комплекс «Курчатовский».  
144000, Московская область, г. Электросталь, ул. Красная, д. 42.