



ПОТЕНЦИАЛ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В НОВЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

МОНОГРАФИЯ

ВЫПУСК 73

Уфа
НИЦ АЭТЕРНА
МЦИИ ОМЕГА САЙНС
2023

УДК 00(082)
ББК 65.26
ISBN 978-5-00177-597-3
П 641

Рецензенты:

Курманова Лилия Рашидовна, доктор экономических наук, Уфимский университет науки и технологий

Старцев Андрей Васильевич, доктор технических наук, Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Епхиева Марина Константиновна, кандидат педагогических наук, Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова

Ванесян Ашот Саркисович, доктор медицинских наук, Уфимский университет науки и технологий

Коллектив авторов

Агарова А.В., Байдалина О.В., Ветошкина Е.Ю., Воронов А.А., Деряев А. Р., Кикин И.С., Леонова О.С., Москаленко М.Р., Нежелъченко Е.В., Сидоренко Т.Н., Халиф Л.Н., Ясенюк С.Н.

П 641

ПОТЕНЦИАЛ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В НОВЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ: МОНОГРАФИЯ. ВЫПУСК 73 [ПОД РЕД. А.А. СУКИАСЯН]. - УФА: АЭТЕРНА, 2023. – 238 С.

Монография «ПОТЕНЦИАЛ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В НОВЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ» посвящена широкому кругу проблем, которые находятся в центре внимания. Монография призвана дать представление об актуальных теоретических подходах и концепциях, аналитических обзорах и практических решениях в конкретных сферах науки, общества, образования.

Ответственность за точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Материалы публикуются в авторской редакции.

Все материалы проходят рецензирование (экспертную оценку). Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Материалы представлены в авторской редакции. При перепечатке материалов коллективной монографии ссылка обязательна.

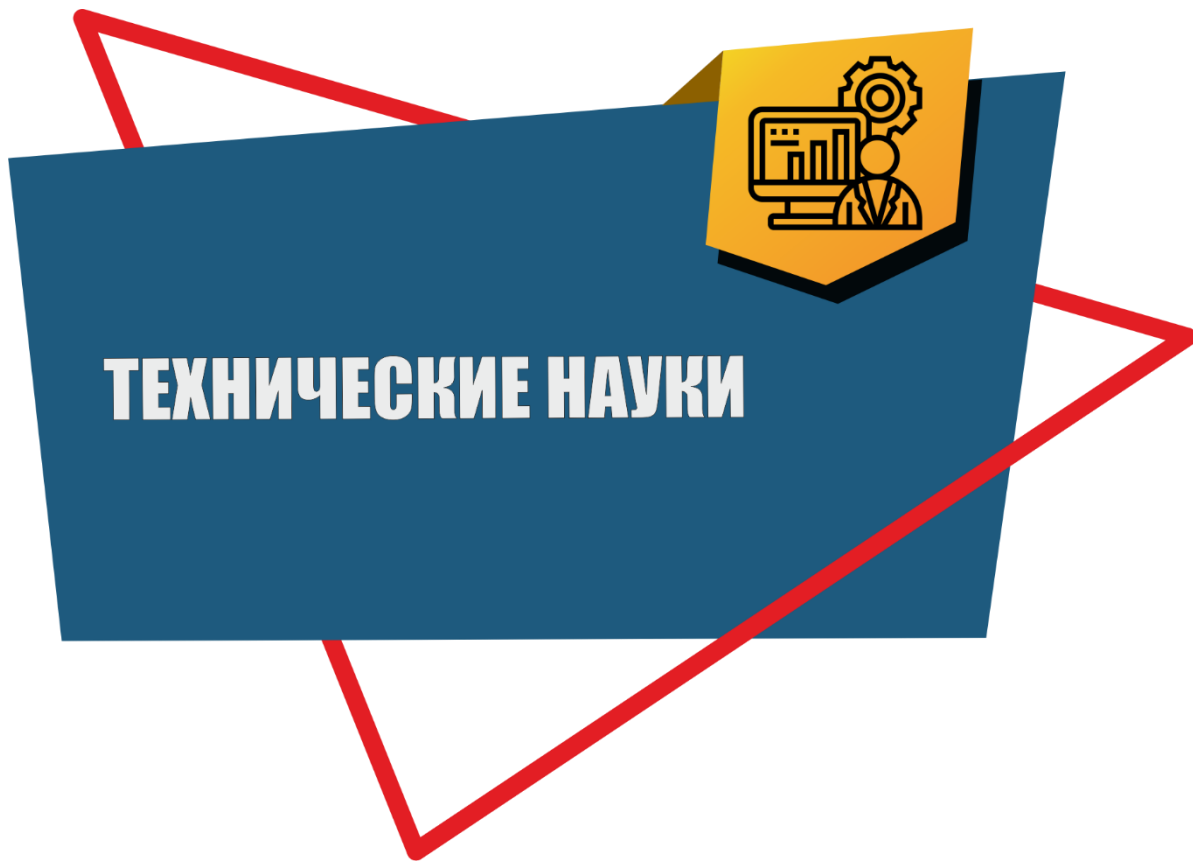
УДК 00(082)
ББК 65.26
ISBN 978-5-00177-597-3

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая читателю работа – яркий пример междисциплинарности. Представители ряда гуманитарных и естественных наук объединяются, чтобы исследовать некоторые особенности научного развития.

Монография, по нашему мнению, будет интересна и полезна научным работникам, преподавателям, аспирантам и студентам вузов. Данная книга, на наш взгляд, окажет также несомненную и немалую пользу всем, кто интересуется проблемами развития и становления научной мысли. Хочется отметить, в связи с этим, прекрасный язык и стиль многих авторов, нередко приближающийся к художественному, а также высококачественные издательские характеристики книги, отличный дизайн, удачное структурирование излагаемого материала.

Начатая коллективом авторов работа, безусловно, имеет будущее, которое приведет к увеличению как круга поднятых вопросов, так и решения иных задач.



ГЛАВА 1

УДК 608

Деряев А. Р.

канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт природного газа ГК
«Туркменгаз»,
г. Ашгабат, Туркменистан

ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА МЕТОДА ОДНОВРЕМЕННОЙ РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОБЫЧИ И УСКОРЕННОЙ РАЗРАБОТКИ МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация: в целях успешного осуществления способа одновременной раздельной эксплуатации одновременно совместно газовых пластов в одном и в другом втором лифте нефтяных пластов в одной скважине, проведены сопоставительные лабораторные анализы и промысловые исследования по свойствам и составам нефти, газа и конденсата, которые определяют значимую роль при освоении скважин одновременно-раздельной эксплуатацией.

Проведены результаты комплексных промысловых исследований газовых и нефтяных скважин и пластов с целью установления газодинамических параметров пласта и скважины и изучения их газоконденсатных характеристик на месторождении Алтыгуйы. Основное внимание при исследовании скважины и пласта уделялось более точному определению значения компонентного состава пластового газа, необходимого для составления изотерм дифференциальной конденсации, определяемого путем отбора пробы сырого конденсата. На основании лабораторных исследований дается обоснование области применения, эффективности, надежности и возможности максимального извлечения запасов нефти из многопластовых нефтегазовых горизонтов с большой глубиной залегания, сложенных слабосцементированными породами. Также представлена методика проектирования газлифтных подъемников, включая расстановку пусковых и рабочих клапанов, в

соответствии со стандартными, с учетом свойств пластовых флюидов и проектируемых дебитов скважин.

Основное внимание при исследовании скважины и пласта уделялось более точному определению начального значения пластового давления, температуре, забойного давления, плотности нефти и кривой восстановления давления, которые проведены при различных режимах работы скважин, отделению конденсата и воды от продукции. А также работы по замеру определения количества выделенного конденсата из 1 м^3 газа проведенные на комплексно промысловой установке, оборудованной мобильно блочными сепараторами.

В значительной мере газовые пласты по площади перекрывают нефтяные, что создает благоприятные условия для осуществления методов одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ) нефтегазовых объектов одной скважиной. Так как в большинстве открываемых месторождений содержится по несколько продуктивных пластов или горизонтов, от правильного выделения объектов зависит, в первую очередь, число сеток эксплуатационных и нагнетательных скважин, а также дебиты, допустимые депрессии, себестоимость добычи тонны нефти и другие показатели; следовательно, объем материальных затрат по разбуриванию и эксплуатации месторождения.

По результатам проведенных расчетов выполнено обоснование осуществления ОРЭ в скважинах многопластового газоконденсатного месторождения.

Ключевые слова: дебит, конденсат, асфальтен, сера, парафин, барометрический, манометр, динамика давления, забойное давление, удельный расход, газлифтный клапан, пластовый флюид.

Deryaev A. R.

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
Scientific Research Institute of Natural Gas of the State
Concern „Turkmengas”,

**GEOLOGICAL, COMMERCIAL AND TECHNOLOGICAL BASES FOR
CHOOSING A METHOD OF DUAL COMPLETION EXPLOITATION TO
INCREASE PRODUCTION AND ACCELERATED DEVELOPMENT OF
MULTI-LAYER DEPOSITS**

Abstract: in order to successfully implement the method of simultaneous separate operation of gas reservoirs simultaneously in one and in another second elevator of oil reservoirs in one well, comparative laboratory analyses and field studies on the properties and compositions of oil, gas and condensate, which determine a significant role in the development of wells simultaneously-separate operation, were carried out.

The results of complex field studies of gas and oil wells and formations have been carried out in order to establish the gas dynamic parameters of the formation and well and study their gas condensate characteristics at the Altyguyi field. The main attention in the study of the well and the formation was paid to a more accurate determination of the value of the component composition of the formation gas required for the compilation of differential condensation isotherms, determined by sampling raw condensate. Based on laboratory studies, the substantiation of the scope, efficiency, reliability and the possibility of maximum extraction of oil reserves from multi-layer oil and gas horizons with a large depth of occurrence, composed of weakly cemented rocks, is given. The methodology of designing gas lift lifts, including the arrangement of starting and working valves, in accordance with standard ones, taking into account the properties of reservoir fluids and projected well flow rates, is also presented.

The main attention in the study of the well and reservoir was paid to a more accurate determination of the initial value of reservoir pressure, temperature, bottom-hole pressure, oil density and pressure recovery curve, which were carried out under various operating modes of wells, separation of condensate and water from products. As well as the work on measuring the determination of the amount of released condensate from 1 m³ of gas carried out at a complex field installation equipped with mobile block separators.

To a large extent, gas formations overlap oil formations by area, which creates favorable conditions for the implementation of methods of dual completion (DC) of oil and gas facilities with one well. Since most of the discovered fields contain several productive layers or horizons, the number of grids of production and injection wells, as well as flow rates, permissible depressions, the cost of producing tons of oil and other indicators depend primarily on the correct allocation of objects; consequently, the amount of material costs for drilling and operation of the field.

Based on the results of the calculations carried out, the justification of the implementation of the DC in the wells of a multi-layer gas condensate field was carried out.

Key words: flow rate, condensate, asphaltene, sulfur, paraffin, barometric, pressure gauge, pressure dynamics, downhole pressure, specific flow rate, gas lift valve, reservoir fluid.

Одновременная разработка нескольких пластов одним объектом возможна только при одинаковых физико-химических свойствах нефтей в объединяемых пластах, если приток нефти и газа достаточен из каждого пласта при допустимом забойном давлении в скважине, при близких значениях пластового давления в объединяемых пластах, исключающих перетоки нефти между пластами, и близких значениях обводненности пластов. Если вышеизложенные условия не соблюдаются, то многоплановые месторождения разрабатывают методом ОРЭ одной скважиной [1].

На месторождения Алтыгуйы в горизонте НК₉ свободные газы содержат 97,90% метана, до 1,19% его гомологов, до 0,70% азота и 0,21% углекислого газа.

В горизонте НК_{7г} свободные газы содержат 97,20% метана, до 1,54% его гомологов, 0,67% азота и 40,17% углекислого газа.

В горизонте НК₈ свободные газы содержат 97,20% метана, до 2,08% его гомологов, 0,55% азота и 0,17% углекислого газа. Нефть горизонта НК₉ имеет плотность 0,9065 г/см³, застывает при температуре при +33 С°, вязкость при температуре 50 С° равна 51,69 Pz, а при температуре 20 С° не течет. До температуры 300 С° выкипает на 19%. В составе содержится 4,7% асфальтенов, 16,7% смол, 21,4% парафина и 0,41% серы.

По групповому углеводородному составу относятся к метаново-нафтеновому геохимическому типу (Н: М 0,99), содержат 13% ароматических, 43,3 % нафтеновых и 43,7% метановых углеводородов.

Плотность конденсатов горизонта НК_{7г} составляет 0,7 0,53 г/см³, застывают -3 С°, вязкость при температуре 20 С° 1,79 Pz. До температуры 300 С° выкипают до 77%.

По групповому углеводородному составу относятся к метаново-нафтеновому геохимическому типу. (Н: М 0,83), содержат 9,0%

ароматических, 41,7% нафтеновых и 49,3% метановых углеводородов (таблица 1,2).

Плотность конденсатов горизонта НК₉ составляет 0,7971г/см³, застывают при температуре равной +3 С°, вязкость при температуре 20 С° равна 1,8 с Рз. До температуры 300 С° выкипают до 76%. В составе содержат 1,4 смола, 3,5% парафина и асфальтен отсутствует. По групповому составу относятся к метаново-нафтеновому геохимическому типу (Н:0,84) содержат 9,9% ароматических, 41,2% нафтеновых и 48,9% метановых углеводородов.

Таблица 1. Свойства и состав газа (среднее значение по горизонтам)

Горизонт	Интервал Перфорации (м)	Плотность		Количество, % объем			
		г/л	по воздуху	СО ₂	Азот	СН ₄	С ₂ Н ₆
Растворимые газы							
НК-9	3670-3680	0,742	0,574	0,21	0,70	97,90	1,60
Свободные газы							
НК-7д	3512-3624	0,738	0,571	0,22	0,67	97,57	0,94
НК-8	3616-3625	0,737	0,570	0,17	0,55	97,20	1,14

Таблица 2. Свойства и состав газа (среднее значение по горизонтам)

Горизонт	Интервал Перфорации (м)	Количество, % объем					
		С ₃ Н ₈	С ₄ Н ₁₀		С ₅ Н ₁₂		С ₆ +выше
			изо	нор	изо	нор	
Растворимые газы							
НК-9	3670-3680	0,32	0,06	0,07	0,02	0,01	-
Свободные газы							
НК-7д	3512-3624	0,30	0,08	0,13	0,05	0,05	-
НК-8	3616-3625	0,62	0,07	0,17	0,05	0,05	-

По проведенным исследованиям из скважин 1,2,5,6,7,8, и 9 проб пластовых вод на лабораторных условиях определены их химические и физические свойства. Отобранные пробы пластовых вод относятся к глубинам 3546-3771 м и соответствует к нижнему отложению красноцветной толщи горизонтов НК₇-НК₉ (таблица 3 и 4).

Таблица 3. Свойства и состав пластовых вод

№ скв	Горизонт	Глубина интервал, м	Плотность г/см ³ рН	Состав мг/л, мг-эквивалент/л		
				Cl	SO ₄	HCO ₃
1	НК-8	3616-3625	1,016	15546	0	805
			7,7	438	0	13
2	НК-8-НК-9	3546-3659	1,019	17753	1056	1763
			8,1	500	22	29
5	НК-7д	3618-3624	1,010	8787	0	525
			8,2	248	0	9
6	НК-9	3690-3694 3700-3703	1,039	31092	352	976
			7,3	876	7	16
7	НК-9	3746-3750	1,027	21629	96	2135
			7,1	609	2	35
7	НК-9	3768-3771	1,035	28389	96	1586
			7,0	800	2	26
8	НК-7д	3660-3662	1,020	20277	1120	427
			7,5	571	23	7
8	НК-8	3732-3734	1,015	14870	160	769
			8,2	419	3	13
8	НК-9		1,040	20277	160	488
			6,7	571	3	8
9	НК-8		1,036	29233	160	1403
			7,5	823	3	23

Пластовые воды с хлоркальцием, имеют гидрокарбонатный и сульфатнатриевый вид и соленость свойства от 15 до 50 г/л [2, 3].

Самые слабоминерализованные гидрокарбонатные воды с содержанием соли 15г/л на выпуклой части структуры, а высокоминерализованные хлоркальциевые рассолы встречаются в переклиальной части структуры.

Такие гидрохимические свойства пластовых вод встречаются и в приближенных месторождениях Алтыгуйы. Эти закономерности связаны с тектоническими нарушениями.

Гидрохимические свойства структуры месторождения Алтыгуйы дают возможность утвердить высокую степень нефтегазоносности нижней части красноцветной толщи и нижележащих горных пород.

Обоснование потенциального содержания конденсата в пластовом газе осуществлялось методом составления изотерм дифференциальной

конденсации газоконденсатных систем по результатам проведенных расчетов. По этим изотермам определялось давление начала конденсации и потенциальное содержание конденсата в пластовом газе [4].

Таблица 4. Свойства и состав пластовых вод

№ скв	Горизонт	Глубина интервал, м	Состав			Сумма мг/л	Вид воды
			мг/л, мг-эквивалент/л	Ca	Mg		
1	НК-8	3616-3625	401	0	9913	26665	Нефть+ конденсат
			20	0	431		
2	НК-8 НК-9	3546-3659	808	0	11753	33139	Вода+ нефть
			40	0	501		
5	НК-7д	3618-3624	90	18	5750	15170	Газ+конденсат+нефть
			5	2	250		
6	НК-9	3690-3694	1202	730	17917	52269	Нефть+ конденсат
		3700-3703	60	60	779		
7	НК-9	3746-3750	641	486	13202	38189	Нефть+ конденсат
			32	40	574		
7	НК-9	3768-3771	882	632	16836	48421	Нефть+ конденсат
			44	52	732		
8	НК-7д	3660-3662	801	291	12351	35267	Нефть+ конденсат
			40	24	537		
8	НК-8	3732-3734	401	243	9085	25528	Нефть+ конденсат
			20	20	395		
8	НК-9	3777-3781	3607	0	9246	33778	Нефть+ конденсат
			180	0	402		
9	НК-8	3519-3521	1202	632	16951	49571	Нефть+ конденсат
			60	52	737		

При применении этого метода компонентный состав пластового газа, необходимый для составления изотерм дифференциальной конденсации, определяемый путем отбора пробы сырого конденсата в контейнеры при сепарации продукции и дальнейшей его дегазации, дебутанизации в лабораторных условиях, по всем газоконденсатным системам определяется путем суммирования $C_{5+B}^{c,r}$ (в газе сепарации) и $C_{5+B}^{ст.к.}$ (содержание, в % пентанов и выше кипящих в стабильном конденсате), вычисленного по выходу стабильного конденсата q_{cm} (см³/м³,

плотности ρ и молекулярному весу стабильного конденсата) по выражению:

$$C_{5+B}^{ст.к.} = \frac{2,404 * \rho}{M},$$

где $q_{см}$ - выход стабильного конденсата, г/м³;

ρ - плотность стабильного конденсата, г/м³;

M- молекулярная масса конденсата.

Значение молекулярной массы (M) не уточнено исследованиями для конденсатных систем и вычислялось по формуле:

$$M = 44,29 \frac{\rho_{ст.к.} + 0,004}{1,034 - \rho_{ст.к.}},$$

Остальные компоненты принимаются неизменными.

Далее рассчитываем состав пластового газа:

$$1) C_4^{г.с} - C_{5+B}^{ст.к.} = CH_4^{пл.г.}$$

$$2) C_{5+B}^{г.с} - C_{5+B}^{ст.к.} = CH_{5+B}^{пл.г.}$$

Показатели построенного графика изотерм дифференциальной конденсации приведены в таблицах 5 и 6, а их результаты в таблице 7 и 8.

Основываясь на построенные графики изотерм дифференциальной конденсации для газоконденсатных систем 3-х скважин, определено давление начала отделения конденсата, от природного газа, значения которых равно или приближено к начальному пластовому давлению скважины (см. тал. 7, 8 и рис. 1-3).

Таблица 5. Информации для вычисления программой ПЭВМ PS/AT изотерм дифференциальной конденсации для газоконденсатной системы

№ скв	Горизонт	Интервал перфорации (м)	N ₂	CO ₂	H ₂ S	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	
									нор	изо
2(III)	НК-7д	3512-3522	0,87	0,25	-	96,7	0,71	0,29	0,1	0,08
1(II)	НК-8	3616-3625	0,32	0,2	-	96,7	0,91	0,26	0,1	0,08
5(I)	НК-7д	3618-3624	-	0,2	-	97,0	0,96	0,24	0,07	0,07

Таблица 6. Информации для вычисления программой ПЭВМ PS/AT изотерм дифференциальной конденсации для газоконденсатной системы

№ скв	$C_{5+В}^{с.г}$	Выход стаб. конденсата	$T_{пл}$	M	Фракционный состав смеси конденсата %					
					Нач.кип. °C	10	50	90	кон. кип. °C	остаток
2(III)	0,87	0,25	-	96,72	0,71	0,29	0,1	0,08		
1(II)	0,32	0,2	-	96,75	0,91	0,26	0,1	0,08		
5(I)	-	0,2	-	97,02	0,96	0,24	0,07	0,07		

Таблица 7. Результаты вычисления программой ПЭВМ PS/AT изотерм дифференциальной конденсации для газоконденсатной системы

№ скв	Горизонт	Интервал перфорации (м)	Давление кгс/с ²		
			Пластовое (начальное)	Начало конденсации	Целесообразная конденсация
2(III)	НК-7д	3512-3522	510	518	50-80
1(II)	НК-8	3616-3625	496	494	50-80
5(I)	НК-7д	3618-3624	524	526	50-80

Таблица 8. Результаты вычисления программой ПЭВМ PS/AT изотерм дифференциальной конденсации для газоконденсатной системы

№ скв	Горизонт	Интервал перфорации (м)	Выход стабильного конденсата (начальный), см ³ /м ³	Количество потенциального конденсата г/м ³	Плотность стабильного конденсата г/см ³
2(III)	НК-7д	3512-3522	86,2	69,5	0,7877
1(II)	НК-8	3616-3625	118,4	93,2	0,7959
5(I)	НК-7д	3618-3624	103	96,5	0,7910

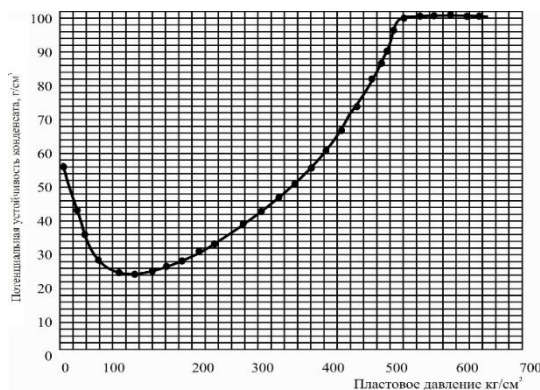


Рис. 1. График изотерм дифференциальной конденсации газоконденсатной системы скважины №2 (III) на площади Алтыгуйы

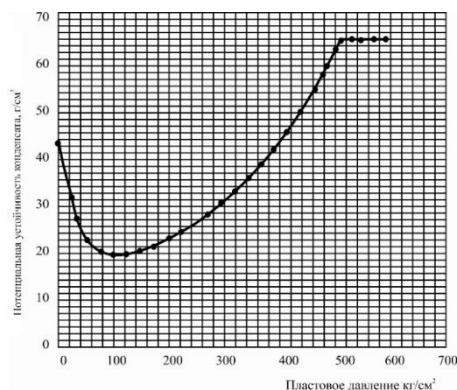


Рис. 2. График изотерм дифференциальной конденсации газоконденсатной системы скважины №1 (II) на площади Алтыгуйы

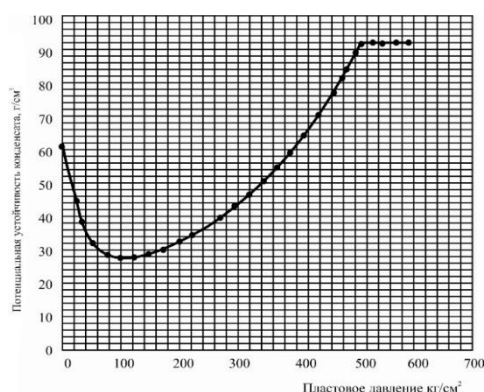


Рис. 3. График изотерм дифференциальной конденсации газоконденсатной системы скважины №5 (I) на площади Алтыгуйы

Из построенных изотерм количество содержания конденсата в 1 м³ пластовом газе для скважин №2 (III), №1 (II) и 5(I) соответственно получено 69,5 г/м³, 95,2г/м³ и 96,5г/м³. Потенциальная устойчивость конденсата, г/см³

Поэтому в составе 1м³ пластовом газе количество содержание конденсата принято для горизонта для горизонта НК_{7д} 80,5 г/м³ и горизонта НК₈ 95,2г/м³ [5].

На основании результатов разработанных изотерм дифференциальной конденсации начало давления конденсации по III объекту скважины №2 равно 518 кг/см² ($P_{пл}=510$ кг/см²), по объекту II скважины №1 496кг/см² ($P_{пл}=494$ кг/см²) и по объекту Iскважины №5 526кг/см² ($P_{пл}=524$ кг/см²).

За периоды проведения газогидродинамических исследований и опытно-промышленной эксплуатации газоконденсатных залежей месторождения из-за отсутствия экспериментальных установок УГК-3, УФР, термодинамические исследования по определению коэффициента извлечения и потерь конденсата по газоконденсатным залежам

месторождения Алтыгуйы не проводились. Эти параметры были определены из уравнения:

$$\sigma = 11,325 + 0,105P_{пл}^{нач.}$$

$P_{пл}^{нач.}$ - начальное пластовое давление, кгс/см²;

σ - потери конденсата в пласте, %.

Вышеприведенное выражение выведено из графика (см. рис. 4 – 5), построенного в координатах $\delta = f(P_{пл}^{нач.})$.

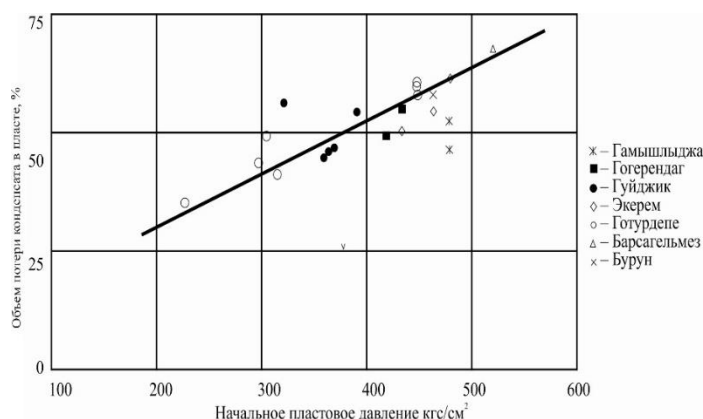


Рис. 4. Зависимость начального пластового давления на объем потери конденсата в пластах Гогерендаг-Экеремских месторождениях

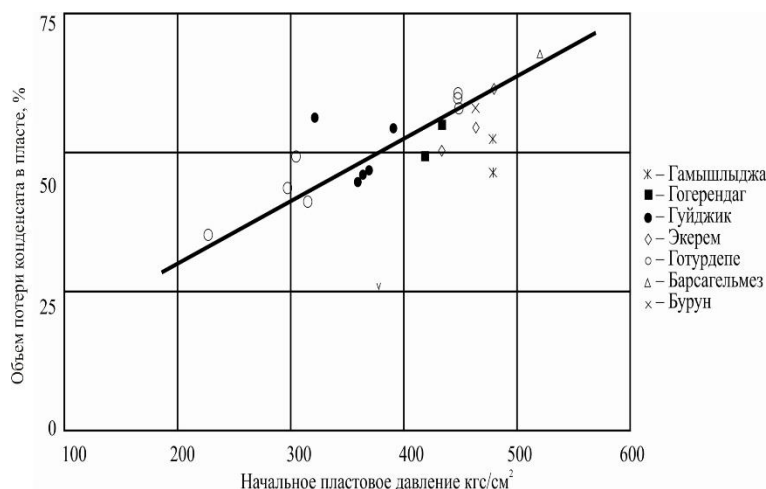


Рис. 5. Зависимость начального пластового давления на объем потери конденсата в пластах месторождений Юго-Западного Туркменистана

Следует подчеркнуть, что эта зависимость выявлена на основе многочисленных экспериментальных исследований на установках РУТ, УГК-3 систем газоконденсатных залежей Юго-Западного Туркменистана,

имеющих общие специфические черты, а также несомненную генетическую общность.

Этот метод достаточно апробирован и широко применяется при определении потерь и коэффициента извлечения конденсата из недр [6].

Определенные значения давления начала конденсации; потенциального содержания конденсата в пластовом газе; пластовых потерь и коэффициента конденсатоотдачи, полученные из зависимости $\sigma = f(P_{пл}^{нач.})$ для всех исследованных объектов.

$\sigma = f(P_{пл}^{нач.})$ зависимость уточненного объема потери конденсата в пласте и коэффициента конденсатоотдачи для горизонтов НК_{7д} и НК₈ из-за близости глубины залегания (расположения) и начального давления значение для двух горизонтов принято одинаковым, соответственно 65,6% и 0,344.

Определение начальных показателей скважин и пластов на месторождении Алтыгуйы достигнуто с помощью метода установившихся отборов, которые еще при установившихся режимах фильтрации продукции в призабойной зоне пласта проводились с целью установления газодинамических параметров пласта и скважин, изучения их газоконденсатных характеристик.

Изменение режима фильтрации осуществлялось путем подбора диаметра штуцера на устье скважины.

Продолжительность работы в нефтегазовых скважинах не менее 24 часа и для газоконденсатных скважин на каждом режиме составляла от 5 до 24 часов. Замер на каждом режиме начинался после полной стабилизации устьевых давлений P_6 и $P_{з.т.}$

Замер пластового и забойного давлений и запись кривой восстановления давления (КВД) проведены глубинными манометрами типа МГН2-800 кгс/см² и МСУ-1-100-160 и в некоторых местах электронными геофизическими приборами «Гранит» и «Сакмар».

Необходимые показатели для расчета определения суточного дебита газа провели с помощью сепаратора типа ПБС-350/64 с замерной диафрагмой диаметром 50 мм.

Замеры суточного дебита газа проведены при помощи комплексной промысловой установки оборудованной сепаратором типа «Демаг» и расходомерами типа ДСП-0,063 и ДПС-1,6.

Параметры для определения дебита газа произвели по расчетам, полученные с помощью 4-х или 2-х дюймовых диафрагменных измерителей критического течения газа (ДИКТ) [7].

Устьевые давления ($P_{буф.}$ и $P_{з.тр}$) регистрировались образцовыми манометрами типа МО на 250, 400 и 600 кгс/см², класса точности ± 1 , $\pm 0,6\%$ и $\pm 0,4\%$.

Забойная и пластовая температуры определены термометрами с ртутными столбами типа ТП-7.

В некоторых объектах восстановления забойного давления до значения пластового давления закрывать скважину по техническим причинам не удалось. В этих обстоятельствах пластовое давление определялось экспериментальным методом [5].

Применение способа при установившихся режимах фильтрации продукции в призабойной зоне пласта для пробной эксплуатации (с изменением режима) проводились комплексные гидродинамические исследования в 17 объектах, 16 скважин, в количестве - 22 раз. Только на 6-ти скважинах (№№12, 19, 107, 108, 111 и 112) провели замеры суточного дебита, а в 4-х скважинах (№№7, 21, 105 и 107) проведен одноразовый замер пластового и забойного давления. На нефтяных скважинных объектах №2 и №7 исследование было проведено способом нормализации потока жидкости – кривым восстановлением давления (КВД). В результате обработки полученных материалов коэффициент гидропроводности и проницаемости пласта вычисляли по способу Хорнера. Полученные результаты разработки, замеры и их определение приведены в таблице 9. Графики кривой восстановления давления приведены на рисунках 6 и 7.

Таблица 9. Результаты гидродинамических исследований на скважинах месторождения Алтыгуйы

№ скв	Гори-зонт	Интервал перфорации (м)	Диаметр щтуцера (м)	Коэффициент			
				Произ-сть (кг/см ²)	Гидропр-ов-сть (сР)	Прони-цаемость (мД)	Примечание
Исследование по порядку							
			5	-	-	-	
			6	-	-	-	
			8	-	-	-	
			-	0,1807	4,4	14,52	

1(I)	НК ₉	3670-3680	Повторное исследование			
			6	-	-	-
2(I)	НК ₉	3608-3618	5	-	-	-
			4,8	-	-	-
			5,6	-	-	-
			6,4	0,264	6,43	21,2
			4	-	-	-
3(I)	НК ₉	3732-3738	5	-	-	-
			6	0,171	4,2	23,1
			4,8	-	-	-
4	НК ₉	3728-3740	5,6	-	-	-
			6,4	1,1107	27,1	74,53
			4	-	-	-
7(II)	НК ₉	3746-3750	4,8	-	-	-
			3,1	0,8493	22,03 по КВД	93,4 по КВД
			6,3	-	-	-
10(I)	НК ₉	3653-3662	8,0	-	-	-
			4,8	0,4914	12,00	44,0
			4	-	-	-
106(I)	НК ₉	3783-3792	5	-	-	-
			6	1,3552	33,0	-
			4	-	-	-

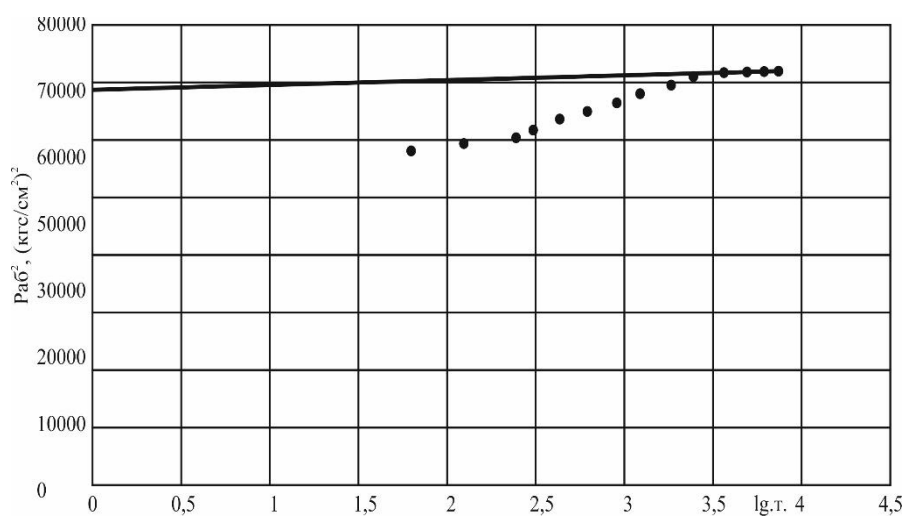


Рис. 6. График кривой восстановления забойного давления до пластового, при исследовании эксплуатационной скважины №2 месторождения Алтыгуйы

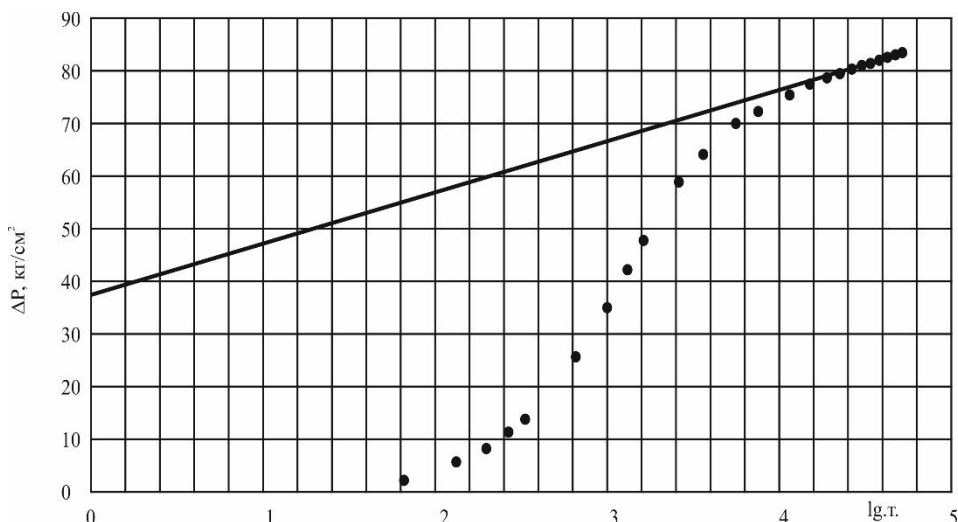


Рис. 7. График кривой восстановления забойного давления до пластового, при исследовании II-го объекта разведочной скважины №7 месторождения Алтыгуйы

Удельный вес нефти Алтыгуйы по сравнению с нефтью других месторождений Юго-Западной части Туркменистана очень тяжелый ($0,910 \text{ г/см}^3$) и имеет в составе много парафина. В процессе добычи нефти парафин, имеющийся в составе продукции, из-за уменьшения температуры на глубине 800-1000 метров замерзает. В связи с этим замерзание парафина приводит к уменьшению внутреннего диаметра насосно-компрессорных труб (НКТ), увеличению забойного давления и к уменьшению суточной добычи нефти [6]. Это явление дает обратное действие на определение коэффициента производительности скважины и точного расчета некоторых показателей пласта.

Перед проведением гидро и газодинамических исследований, рекомендуется очистить внутренние стенки НКТ от прослоев парафина.

Учитывая вышеизложенное, предлагаемые величины начального пластового давления и температуры нефтяного горизонта НК₉ приняты величины точно проведенным замерам II-го объекта скважины №7 - 643 кгс/см^3 и $87 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для изучения показателей газоконденсатного месторождения и с целью определения количества конденсата, выделяющегося из 1 м^3 газа, а также проведение газогидродинамических исследований в продуктивных скважинах и пластах, были выполнены способами и приборами, которые использовались при газогидродинамических исследованиях в нефтяных горизонтах.

В некоторых скважинах по техническим причинам на незакрытых и не спущенных глубинных манометрах пластовое и забойное давление определили барометрической формулой:

$$P_z = P_{б(з.т)} \cdot e^s,$$

Отделение из продукции конденсата и воды, а также работы по замеру определения количества выделенного конденсата из 1м³ газа проведено на комплексно промысловой установке, оборудованной мобильно блочным сепаратором типа ПБС-350/64 и сепаратором типа «ДЕМАГ».

В целом за период разведочного бурения и опробования продуктивности пробуренных газоконденсатных скважин, в установившихся режимах фильтрации жидкости или газа были проведены комплексные исследования в 11 объектах 5 скважин (№ 2, 5, 102, 1, 20). В трех (№ 1, 2 и 101) скважинах были проведены 4 комплексные исследования на не установившихся режимах фильтрации (кривая восстановления давления) [8].

Результат отработки КВД по эксплуатационной скважине № 101 показан на рис. 8.

Для определения начального пластового давления и температуры горизонта НК_{7д}, предложены средние показатели пластового давления 517 кгс/см² и 87 °С, которые получены при исследовании горизонта НК_{7д} II объекта скважины № 2 и I объекта скважины № 5.

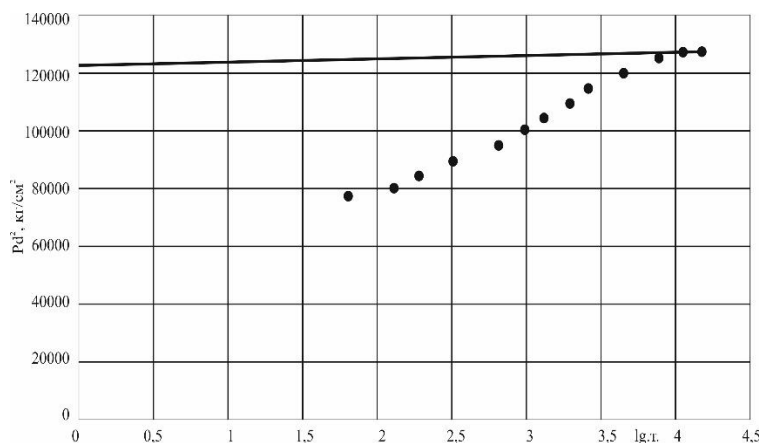


Рис. 8. График кривой восстановления забойного давления до пластового по эксплуатационной скважине №101 на месторождении Алтыгуйы

Учитывая близкое расположение горизонтов НК_{7д} и НК₈ (около 30 м.) пластовое давление и температура были приняты $P = 517 \text{ кгс/см}^2$, $T = 87^\circ\text{C}$. Работы по определению показателей конденсата и изучению термодинамических характеристик скважин и пластов для обоих горизонтов проведены совместно.

Газоконденсатные скважины и пласты исследовались на трех стационарных режимах фильтрации [9].

Результаты газодинамических исследований и определение количества, выделившегося из 1 м³ пластового газа конденсата (газоконденсатный фактор - ГКФ) приведены в таблице 10.

Таблица 10. Результаты промысловых исследований для изучения газоконденсатных свойств скважин и пластов на месторождении Алтыгуйы

№ скв	Горизонт	Интервал перфорации, (м)	Диаметр штуцера (мм)	Работа в режиме (час)	Выход конденсата (см ³ /м ³)		Молекул. масса конденсата
					6	7	
1	2	3	4	5	6		7
1(II)	НК ₈	3616-3625	12	24	241,9	181,4	-
			10	15	157,4	118,4	-
			-	-	-	-	151,5
			8	8	114,7	88,6	-
			9,5	24	11,7	9,6	-
			8	15	13,9	11,4	-
			6	15	15,5	12,7	-
1(I+II)	НК ₈ +НК ₉	3512-3522 3670-3680	-	-	-	-	150
			10	24	НКГ продуктивный		-
			8	18			-
			6	16			-
			-	-	НКГ продуктивный		-
			6	24			-
			8	22			-
10	20	-					
2(III)	НК _{7д}	3512-3522	8	24	64,6	56,2	-
			-	-	-	-	-
			12	24	-	60,5	159
			8	22	-	29,6	-
			10	18	-	46,3	-
2(III)	НК _{7д}	3512-3522	6,5	24	107,5	93,4	-
			8	18	97,2	81,6	-

			9	15	99,8	86,2	-
			-	-	-	-	159
			9,5	22	14,3	13,1	-
			8	17	12,9	12,0	-
			6	15	23,4	21,5	-
			-	-	-	-	-
5(I)	НК7д	3618-3624	10	20	111,8	102,8	-
			8	21	118,6	104,4	-
			6	15	113,1	101,8	-
			-	-	-	-	144,5
			9,5	20	10,6	8,7	-
			8	21	12,8	10,5	-
			6	15	16,2	13,2	-
			-	-	-	-	153,5
			8	24	50,9	43,8	-
			-	-	-	-	149
			12	24	-	51,4	-
			8	21	-	46,9	-
10	16	-	46,3	-			
101	НК8	3564-3566	12	24	-	-	-
			10	24	-	-	-
			8	16	-	-	-
20 (III)	НК8	3950-3958	-	-	-	-	-
			9,5	22	-	-	-
			8	17	-	-	-
			6	15	-	-	-
			-	-	-	-	-

Результаты гидрогазодинамических исследований скважин и пластов газоконденсатных залежей обрабатывались с помощью двухчленной формулы:

$$P_{пл}^2 = P_{заб}^2 = aQ_2 + b \cdot Q_2^2,$$

где: $P_{пл}$ и $P_{заб}$ —соответственно, пластовое и забойное давления, кгс/см²;

$Q_г$ -дебит газа сепарации, тыс.м³/сут;

a и b -соответственно коэффициенты фильтрационного сопротивления, зависящие от параметров призабойной зоны пласта и конструкции забоя скважины.

Дебит пластовой смеси $Q_{пл.см}$ вычислен с помощью нижеследующей формулы:

$$Q_{пл.см.} = Q_{с.г.} + \frac{Q_{к.}^{нас} + G_{эқв}}{10^3},$$

$Q_{пл.см}$ -пластовая смесь, тыс. м³/сут;

$Q_{с.г.}$ -дебит сепарированного газа, тыс. м³/сут;

$Q_{к.}^{нас}$ -дебит насыщенного конденсата, м³/сут;

$G_{эқв}$ -расчетный газовый эквивалент перевода жидкой фазы (конденсат) в газовую фазу.

Газовый эквивалент определяется по формуле

$$G_{эқв} = 23342 \cdot \rho / M,$$

Здесь ρ и M - соответственно плотность и молекулярная масса C_{5+b} фракции.

Величина молекулярной массы (μ) фракции C_{5+b} вычислена по формуле

$$M = \frac{44,29(\rho_{к.}^{ст.} + 0,004)}{(1,034 - \rho_{к.}^{ст.})}.$$

где $\rho_{к.}^{стаб.}$ -плотность стабильного конденсата.

В таблицах 11, 12 и 13 приведены значения параметров пласта и скважин, определенные при обработке результатов газодинамических исследований и выхода стабильного конденсата по исследованным объектам.

Таблица 11. Результаты расчетов исследований для изучения газоконденсатных свойств скважин и пластов на месторождении Алтыгуйы

№ скв	Горизонт	Интервал перфорации (м)	Вид исследования	Пластовое давление (кгс/см ²)	Пластовая температура (°C)	Стабильный выход конденсата (см ³ /м ³)
1(II)	НК ₈	3616-3625	начальный	496	84	119
			очередной	452	89	11,4
	НК ₈ +НК ₉	3512-3522	очередной	452	91	-

1(I+II)		3670-3680	очередной	308	88	-
2(III)	НК _{7д}	3512-3522	очередной	510	81	86,2
			очередной	490	87	12
			очередной	471	82	56,2
			очередной	270	81	60,5
5(I)	НК _{7д}	3618-3624	очередной	524	84	103
			очередной	487	90	8,7
			очередной	426	82	43,8
			очередной	274	84	51,4
20	НК ₈	3950-3959	очередной	400	96	4
			очередной	336	87	96,1
101	НК ₈	3564-3566	очередной	358	78	85,6

Таблица 12. Результаты расчетов исследований для изучения газоконденсатных свойств скважин и пластов на месторождении Алтыгуйы

№ скв	Горизонт	Интервал перфорации (м)	Коэффициент сопротивления фильтрации		Абсолютно-свободный дебит газа (тыс. м ³ /сут)	Коэфф. газопроводимости (м/сР)	Коэфф. фильтрации (мД)
			a	b			
1(II)	НК ₈	3616-3625	57,7	0,38	732,3	7,87	26,2
			137,6	0,243	677	3,4	11,2
1(I+II)	НК ₈ +НК ₉	3512-3522	86,1	0,411	713	5,37	8,1
		3670-3680	11,0	0,423	460,7	41,7	65,9
2(III)	НК _{7д}	3512-3522	92,5	0,1	1205,5	4,73	14,2
			37,9	0,112	1304,3	12,1	36,3
			-	-	-	-	-
			67,8	0,0123	921,2	6,6	20,0
5(I)	НК _{7д}	3618-3624	187,8	0,194	800,4	2,42	12,1
			80,5	0,111	1144,6	5,74	28,7
			-	-	-	-	-
			93,1	0,0144	725,1	4,9	24,4
20	НК ₈	3950-3959	-	-	-	-	-
			134,4	0,784	303,2	3,4	12,8
101	НК ₈	3564-3566	84,2	0,327	510,4	5,3	79,7

Предлагаемые показатели выхода стабильного конденсата приняты по горизонту НК_{7г} -95 см³/т³; по горизонту НК₈-118 см³/т³.

По результатам замеров выявлено ускоренное падение пластового давления на начало периода эксплуатации [10].

Таблица 13. Результаты исследования промышленного определения свойств стабильного конденсата

№ скв	Горизонт	Интервал перфорации (м)	Диаметр щтуцера (мм)	Выход конденсата из 1 м ³ пластового газа, (см ³ /м ³)		Скорость входа смеси в ствол НКТ (м/сек)	
				насыщенный	стабильный		
1(II)	НК ₈	3616-3625	10	157	118	4,95	
			9,5	12	10	4,5	
			10	Легкий углеводород – нефть. Удельный вес 0,8455 г/см ³ . Из-за высокого газового фактора расчеты проведены по газу.			
			6				
2(III)	НК _{7д}	3512-3522	8	97	82	4,1	
			8	13	12	4,3	
			8	65	56	3,5	
			10	-	60,5	4	
5(I)	НК _{7д}	3618-3624	8	119	105	4,1	
			8	13	11	4	
			8	51	44	3,8	
			10	-	46	4	
20	НК ₈	3950-3959	8	-	4	-	
			12	-	55	4	
101	НК ₈	3564-3566	10	-	83	4	

Несмотря на короткий период начала эксплуатации газоконденсатных пластов по результатам замеров выявлено ускоренное падение пластового давления.

К примеру, по скважине № 2 в 2009 году освоением пустили в эксплуатацию с начальным пластовым давлением 510 кгс/см². В 2010 году при замере пластового давления 490 кгс/см², а в 2014 году составил 270 кгс/см².

По скважине №1 в газоконденсатном объекте горизонта НК₈ при освоении пустили в эксплуатацию с начальным пластовым давлением 496 кгс/см² в 2009 году. 2014 году при замере его показания составили падание до 306 кгс/см².

Причиной полученных низких значений при проведении исследовании считаем, не создание соответствующего режима при сепарации продукции.

На газоконденсатном месторождении проявляется ряд геолого-промысловых, природно-климатических и технологических факторов,

которые характеризуют работу скважин как эксплуатацию в осложненных условиях.

Основными особенностями, осложняющими эксплуатацию нефтяных скважин данного месторождения являются:

- большие глубины залегания продуктивных пластов;
- высокие начальные давления резко падают, соответственно снижается уровень жидкости в скважинах;
- эксплуатация скважин при давлениях ниже давления насыщения;
- высокие значения газовых факторов;
- кривизна и искривление столбов скважин;
- нефтяные пласты обладают резкой степенью цементации от плотных песчаников и алевролитов до рыхлых песков и алевролитов, что приводит к пескопроявлению;
- добываемая нефть высокопарафинистая;
- коэффициенты продуктивности колеблются в широких пределах;
- увеличения расчетной глубины ввода газа в подъемник газлифтных скважин от устья.

Выбор механизированных способов добычи нефти на газоконденсатном месторождении осуществляется с учетом вышеперечисленных факторов. Помимо них учитываются также рельефные климатические условия, межремонтные периоды, наличие парафина и мехпримесей в извлекаемой жидкости, надежность оборудования, необходимость обслуживающего персонала и ремонтной техники, простота обслуживания в процессе механизированной добычи нефти, добывные возможности, потребность в энергетических ресурсах [11].

В многопластовом газоконденсатном месторождении Туркменистана по характеру насыщения отмечается наличие чисто нефтяных залежей, чисто газовых залежей и газовых залежей с нефтяными оторочками. По большинству залежей смешанный режим характеризуется преобладанием энергии выделяющегося из нефти газа и проявлением активности контурных вод на более позднем этапе разработки.

Проектом разработки не предусматривается поддержание пластового давления, в связи с чем эксплуатация залежей будет осуществляться при непрерывном падении пластового давления, снижении статических уровней жидкости в скважинах и увеличении высоты ее подъема.

На месторождениях Туркменистана, широкое применение получил газлифтный способ добычи нефти.

Добывные возможности, а также надежность применения газлифтной эксплуатации показали, что она более эффективна, чем другие способы механированной добычи.

Условия подъема жидкости в газлифтной скважине, в основном, зависят от параметров самого подъемника, величины давления рабочего агента и параметров пласта. Наибольшую роль играет высота подъема жидкости. На месторождении Западной части Туркменистана специфическими факторами являются: большая высота подъема, низкие дебиты, увеличение обводненности продукции во времени, наличие ресурсов рабочего агента (газа).

Практика газлифтной эксплуатации на месторождении Туркменистана доказывает целесообразность ее применения как при непрерывном, так и периодическом лифтировании жидкости. С целью наиболее эффективной эксплуатации, скважины с дебитами выше 30 т/сут рекомендуется эксплуатировать непрерывным газлифтом. Скважины, работающие с дебитами ниже 30т/сут, целесообразно эксплуатировать периодическим газлифтом. В условиях газоконденсатных месторождении периодический газлифт является наиболее реальным, обеспечивающим проектные объемы добычи до конца разработки [12].

При изучении геолого-эксплуатационных характеристик месторождении было выявлено, что нефтяные и газовые пласты, чередующиеся в продуктивных горизонтах, изолированы между собой непроницаемыми прослойками, имеющими сравнительно большие толщины. В значительной мере газовые пласты по площади перекрывают нефтяные, что создает благоприятные условия для осуществления методов ОРЭ нефтегазовых объектов одной скважиной. При этом целесообразно также частично использовать технологию внутрискважинного газлифта, наиболее эффективного способа эксплуатации, не требующего дополнительных капиталовложений.

При выборе режима фонтанирования (диаметра штуцера) необходимо чтобы скважина имела оптимальный дебит при малом газовом факторе, давала меньше воды и песка, фонтанировала спокойно, без больших пульсаций. Только при выполнении этих условий удается

обеспечить наиболее рациональное расходование пластовой энергии и длительное, бесперебойное фонтанирование скважины.

При выборе режима работы фонтанной скважины учитывают также и пластовые условия - близость контурной воды, возможность образования пробки в скважинах, режим самого месторождения и др.

Основными причинами нарушения нормальной работы фонтанных скважин являются запарафинивание фонтанных труб, образование песчаной пробки, разъедание штуцера, забивание штуцера или выкида парафиновыми осложнениями и др [6].

Мероприятия по восстановлению режима эксплуатации скважин проводятся в зависимости от причины, вызвавшей его нарушение.

При образовании песчаной пробки в фонтанных трубах, вызвавшей падение буферного давления до нуля и прекращение подачи, применяют промывку насосом жидкости (нефти) в затрубное пространство для восстановления циркуляции и ликвидации пробки.

Значительное снижение давления в затрубном пространстве свидетельствует об образовании пробки на забое и о появлении воды, последнее обнаруживается взятием пробы из струи. При появлении воды необходимо увеличить давление на забой, уменьшив диаметр штуцера. Для устранения забойной пробки дают скважине поработать без штуцера или подкачивают в затрубное пространство нефть.

Падение давления на буфере при одновременном увеличении дебита скважины указывает на разъедание штуцера песком, в этом случае надо перевести фонтанную струю на другой выкид и тут же сменить штуцер.

Если указанным методом не удастся ликвидировать песчаные пробки в подъемных трубах или на забое, то останавливают скважину для ремонтных работ, после выполнения, которых пускают ее в нормальную эксплуатацию.

Депарафинизация лифта является основным способом обеспечения нормальной эксплуатации фонтанных скважин. Наибольшее количество парафина откладывается в верхней части подъемных труб, на длине 400 - 1000 м от устья скважины и в промысловой системе сбора нефти, в которой выпадение парафина увеличивается в холодное время года. Против запарафинивания подъемных труб применяют несколько способов. Прежде всего, это меры режимного характера: уменьшение

пульсации и периодичности фонтанирования, регулирование газового фактора с целью его максимального снижения.

Если эти меры не дают результата, то необходима очистка подъемных труб от парафина.

Предусматривается 3 вида очистки от парафина: механическая, тепловая, химическая [13].

Механическая очистка труб от парафина выполняется в процессе эксплуатации скважин без их остановки скребками различной конструкции.

При тепловом воздействии подъемные трубы подогревают паром, горячей нефтью, закачиваемыми в затрубное пространство скважины без ее остановки. Расплавленный парафин выносится струей нефти на поверхность, при этом расплавляется парафин и в выкидной линии. Тепловой способ не предупреждает отложения парафина в трубах, его применяют эпизодически, при благоприятных условиях и когда по каким-либо причинам не удастся использовать другие более эффективные способы.

В качестве растворителя парафина предусматривается использование конденсата (газолин), который добывается на месторождениях.

Наиболее характерные осложнения при газлифтной добыче - появление песка и пробкообразование, отложение парафина в подъемных трубах и выкидных линиях.

Меры против поступления песка в скважину носят режимный характер и сводятся к ограничению депрессии, т.е. ограничению отбора жидкости. Величину отбора жидкости из газлифтных скважин регулируют путем изменения количества нагнетаемого рабочего агента, глубины погружения подъемных труб или их диаметра. Для предотвращения оседания песка в периоды наибольшего поступления его из пласта, не прерывая эксплуатацию, в затрубное пространство небольшими порциями подкачивают передвижным насосом нефть.

Иногда давление нагнетаемого в скважину газа резко увеличивается при одновременном прекращении подачи жидкости. Это может произойти из-за образования в подъемных трубах так называемой патронной песчаной пробки, которая перекрывает сечение подъемных труб, не давая выхода смеси нефти и нагнетаемого газа на поверхность. Для разрушения такой пробки газ нагнетают не в кольцевое пространство, а в

подъемные трубы. Если таким способом не удастся продавить пробку из труб на забой скважины, то приходится извлекать трубы [14, 15].

При оборудовании скважин однорядным подъемником его заканчивают хвостовиком меньшего диаметра, чем основная колонна НКТ. Спуск подъемных труб с хвостовиком до фильтра облегчает условия выноса песка жидкостью на поверхность и предотвращает образование песчаных пробок.

Мероприятия, предотвращающие отложения парафина в подъемных трубах при газлифтной эксплуатации скважин, и способы очистки труб от парафина аналогичны применяемые при фонтанной эксплуатации.

С падением пластовых давлений и обводнением пластов на некоторых этапах разработки в газоконденсатных месторождениях западной части Туркменистана предусматривается совершенствование газлифта. Предлагается колонну подъемных труб, снабженных скважинными камерами с расположенными в них газлифтными клапанами (пусковыми и рабочим), устанавливать в эксплуатационной колонне на пакере. Тем самым исключается влияние нагнетаемого газа на приток жидкости в скважину. Предусматривается проведение исследовательских работ по оптимизации режимов работы газлифтных скважин по известным методикам для определения оптимального дебита.

Также необходимо оснащение системы газлифтного газораспределения регулирующей и измерительной аппаратурой.

Все меры, указанные выше, направлены на увеличение и стабилизацию добычи газлифтным способом и уменьшение объемов нагнетаемого газа.

На разрабатываемых газоконденсатных месторождениях с истечением времени эксплуатации количество газлифтных скважин будет расти, т.к. с прекращением фонтанирования скважин возникает необходимость их перевода на механизированный способ [16, 17].

При существующих режимах газлифтных подъемников глубина ввода рабочего агента (газа) находится в пределах 1400 - 3000 м, ввод газа в подъемник осуществляется через отверстия (панчеры) временно заменяющие рабочие клапана.

Установление параметров эксплуатации скважин и прогноз показателей разработки выполнен на базе запасов газоконденсатных горизонтов и участков по которым не обнаружено наличие нефтяных оторочек.

Следует отметить, что по месторождению имеется ряд неопределенностей в оценке отдельных параметров, способных влиять на точность конечных результатов расчетов. Основными из них являются:

- степень активности законтурной области залежей и предвидение его влияния на динамику режимов дренирования в будущем;
- недостаточное количество замеров пластового давления, невозможность установления закономерности его изменения во времени для большинства горизонтов;
- недостаточное количество определений фильтрационных параметров «А» и «В» для осреднения их по отдельным объектам разработки;
- малое количество экспериментальных определений коэффициента конденсатоотдачи.

Для максимального использования имеющихся данных по замерам пластового давления и приближения результатов прогноза динамики пластового давления к реальным условиям был использован следующий методический прием.

$$\bar{P}_{пл} = f(\bar{Q}_г) \quad (1)$$

$\bar{P}_{пл}$ - отношение текущего значения пластового давления к его начальному значению;

$\bar{Q}_г$ - отношение накопленного отбора газа к его начальным извлекаемым запасам.

На основе анализа промысловых данных с использованием имеющихся практических данных по замерам пластовых давлений для горизонтов строятся в безразмерной форме графики изменения пластового давления от накопленного отбора газа.

При определении начальных извлекаемых запасов газа был принят ожидаемый конечный коэффициент извлечение газа, равный 0,85.

По опыту разработки газоконденсатных залежей Западного Туркменистана известно, что в процессе их эксплуатации наряду с газовым режимом появляется, и напор краевых и подошвенных вод, причем доля его во времени увеличивается [5].

В расчетах были использованы изотермы дифференциального конденсата в пластовых условиях, приведенные в работе [6, 18]. Эти данные для удобства проведения расчетов на компьютере предварительно обработаны полиномами.

Последовательность расчета следующая.

1. По нижнему пласту предварительно рассчитывается годовая и накопленная добыча газа, а также средний дебит скважин по газу (q_1) на перспективу для варианта разработки его самостоятельной сеткой скважин.

При известных накопленных отборах (Q_1) определяется динамика пластового давления по нижнему пласту по формуле:

$$P_{\text{пл.нач.1}} = P_{\text{пл.нач.}} f(\bar{Q}_{г.1}) \quad (2)$$

2. С использованием фильтрационных коэффициентов «А₁» и «В₁», при известном дебите газа q_1 и величине пластового давления P_1 , определяется забойное давление $P_{с1}$.

$$P_{с1} = \sqrt{P_1^2 P - (A_1 q_1 + B_1 q_1^2)} \quad (3)$$

3. Для подъема жидкости на поверхность устьевого давление определяется по нижеследующей формуле:

$$P_2 = e^{-S_{0n}} \sqrt{P_1^2 - 1.377 \lambda_n \frac{Z_{ср.п}^2 T_{ср.п}^2}{\rho_n d^5_{вн.п}} Q^2_{см1} (e^{2S_{0n}} - 1)} \quad (4)$$

$$S_0 = 0.03415 \frac{\bar{\rho} \rho L}{Z_{ср} T_{ср}}; \rho = \phi + (1 - \phi) \frac{\rho_{ж}}{\rho_{г.р.}}$$

$$\rho_{г.р.} = \frac{\rho_{г} P_{ср.} T_{ст}}{P_{ат} T_{ср}}; \phi \leq \beta = \frac{Q_{ж}}{(Q_{г.р.} Q_{ж})};$$

$$Q_{г.р.} = \frac{Q_{г.} P_{ат.} T_{ср.}}{P_{ср.} T_{ст}}; Q_{см} = \frac{G_{г.} + G_{ж.}}{(\rho_{г.})} \quad (5)$$

$$G_{г.} = Q_{г.} \rho_{г.}; \bar{\rho} = \frac{\rho_{г.}}{\rho_{в.}}; T_{ст} = 293^0 K$$

$$\theta = 1,377 \lambda \frac{(Z_{ср}^2 T_{ср}^2)}{d^5} (e^{2s} - 1)$$

$\rho_{г.}, \rho_{в.}, \rho_{ж.}$ - плотность газа, воздуха и жидкости, кг/м³;

$\rho_{г.р.}, Q_{г.р.}$ - соответственно плотность и дебит газа в стволе скважины в рабочих условиях, кг/м³ и тыс.м³/сут;

$G_{ж.}, G_{г.}$ - массовый расход жидкости и газа, т/сут;

$Q_{см.}, Q_{ж.}, Q_{г.}$ - объемный расход газожидкостной смеси, жидкости и газа соответственно при $P_{ат}$ и $T_{ст}$, тыс.м³/сут.

Истинное объемное газосодержание надо определять экспериментально, как отношение истинного объема газа V_u в скважине к объему ствола $\phi = \frac{4V_{г}}{\pi D^2 L}$. Однако в связи с большими трудностями таких измерений его можно оценить по расходу газосодержанию β согласно вышеприведенной формуле (5).

Поскольку всегда $\phi < \beta$, использование β вместо ϕ приводит к занижению забойного давления настолько выше, насколько больше разница между количеством жидкости в скважине и выходящимся потоком газа. Коэффициент гидравлического сопротивления λ необходимо определять по результатам исследований скважин на различных режимах. Ввиду отсутствия таких исследований его значение принято по [19, 20], для трубы $\lambda_t = 0,025$ и для пакера $\lambda_p = 0,0815$.

Все величины ($Z_{ср}$, $\rho_{г.р}$, $Q_{г.р}$, β и др.), зависящие от $P_{ср}$, рассчитываются методом последовательных приближений.

При прогнозировании газового фактора, нефтяных и газовых ресурсов продуктивных залежей месторождения, характеризующимися очень сложными режимами дренирования создаются серьезные проблемы. Кроме того, в процессе разработки месторождения происходит непрерывное изменение конкретных видов энергии, вытесняющие нефть из забоя добывающих скважин, которые существенно влияет на динамику газового фактора. При этом динамика газового фактора определялась с учетом опыта разработки НК (нижний красноцвет) горизонтов других месторождений.

На основе анализа промысловых данных с использованием имеющихся практических данных по замерам пластовых давлений для горизонтов были построены в безразмерной форме графики изменения пластового давления от накопленного отбора газа (рис. 9 и 10):

Основными экономическими показателями, характеризующими эффективность предлагаемых вариантов разработки, являются капитальные вложения, эксплуатационные затраты, совокупные затраты, а также себестоимость добычи нефти.

За критерий выбора вариантов разработки принимаем дисконтированный годовой поток наличности (доходы-расходы).

Расчет экономических показателей производился в соответствии с проектируемыми уровнями и динамикой технологических показателей по вариантам с использованием экономических нормативов, поставленных в зависимость от изменения технологических факторов.

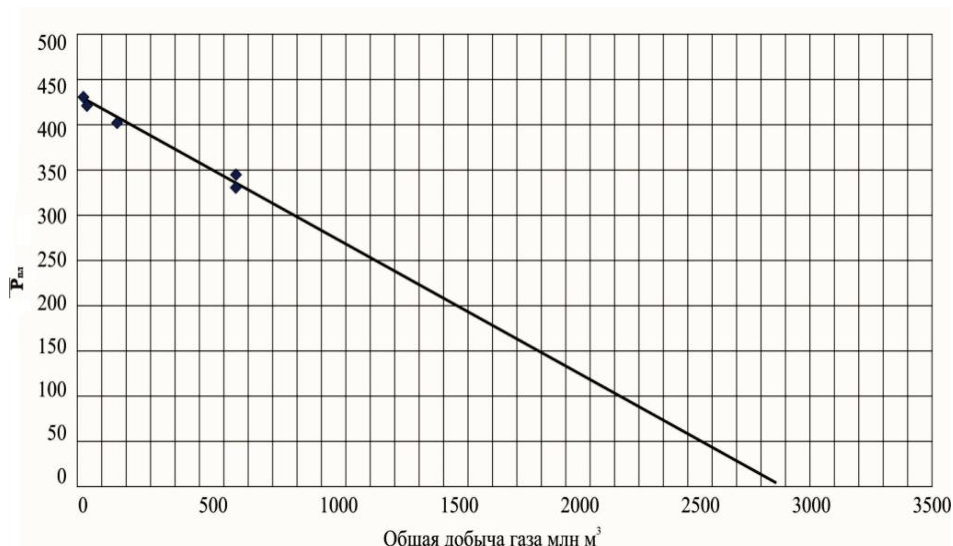


Рис 9. График изменения пластового давления от накопленного отбора газа в горизонте НК₈

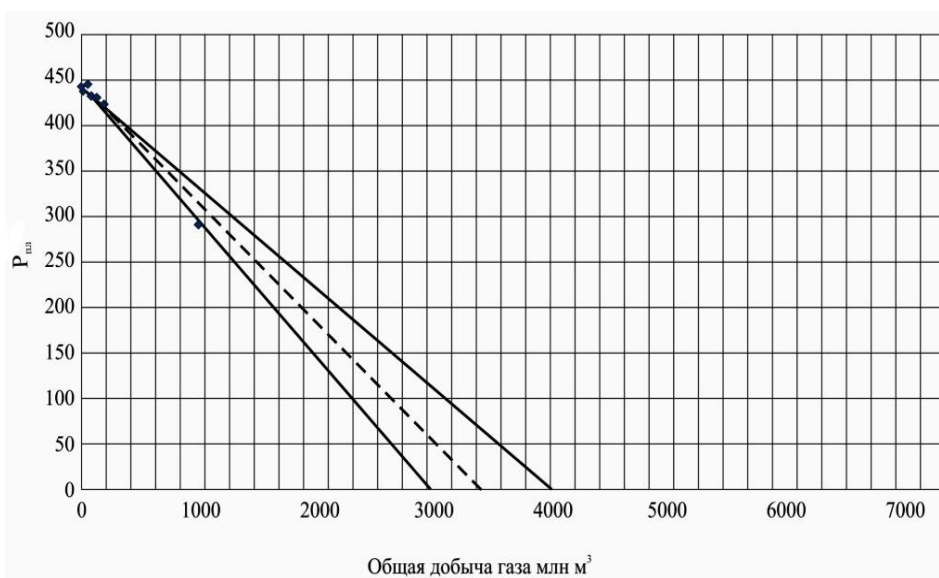


Рис. 10. График изменения пластового давления от накопленного отбора газа в горизонте НК_{7д}.

В качестве объемных и технологических факторов, влияющих на уровень и динамику экономических показателей, приняты: объем эксплуатационного бурения, количество скважин, вводимых из бурения в эксплуатацию, объемы добычи нефти, газа и конденсата, фонд добывающих скважин.

С использованием технологических показателей и принятых экономических нормативов рассчитаны капитальные вложения в бурение скважин и по направлениям нефтепромыслового строительства,

амортизационные отчисления на новые скважины, эксплуатационные расходы по статьям затрат.

Потребность в капитальных вложениях на перспективный период обусловлена вводом в эксплуатацию новых скважин и их обустройством.

Расчет эксплуатационных расходов на добычу нефти, газа и конденсата перспективный период по вариантам произведен в соответствии с действующими методикой калькулирования, нормами амортизационных отчислений и утвержденными ставками отчислений на геолого-разведочные работы.

Предстоящие затраты представляют собой сумму капитальных и эксплуатационных затрат в соответствующем расчетном году рассматриваемого периода отработки запасов.

Выбор механизированных способов добычи нефти на месторождении Алтыгуйы осуществляется с учетом вышеперечисленных факторов. Помимо них учитываются также рельефные климатические условия, межремонтные периоды, наличие парафина и механических примесей в извлекаемой жидкости, надежность оборудования, необходимость обслуживающего персонала и ремонтной техники, простота обслуживания в процессе механизированной добычи нефти, добывные возможности, потребность в энергетических ресурсах [21].

Месторождение Алтыгуйы - многопластовое. По характеру насыщения отмечается наличие чисто нефтяных залежей, чисто газовых залежей и газовых залежей с нефтяными оторочками. По большинству залежей смешанный режим характеризуется преобладанием энергии выделяющегося из нефти газа и проявлением активности контурных вод на более позднем этапе разработки. При условиях, когда с нефтяных пластов добывается жидкость, требуется добыча газа, который служит рабочим агентом.

Проектом разработки не предусматривается поддержание пластового давления, в связи с чем эксплуатация залежей будет осуществляться при непрерывном падении пластового давления, снижении статических уровней жидкости в скважинах и увеличении высоты ее подъема.

В работах [6, 12], на основании исследований лаборатории дается обоснование области применения, эффективности, надежности и возможности максимального извлечения запасов нефти из многопластовых нефтегазовых горизонтов с большой глубиной

залегания, сложенных слабосцементированными породами. В указанных работах приведены критерии выбора рациональных способов механизированной добычи нефти. А также в статье рассмотрена возможность использования различных способов механизированной добычи нефти применительно к условиям месторождения Алтыгуйы.

Анализ условий применения эжекторного насоса. Нецелесообразность использование эжекторных насосов объясняется, тем, что интервал залегания продуктивных пластов очень глубокий. Глубина спуска эжекторных насосов составляет 1000-2000 метров, при местах приема продукции объем свободного газа должен быть выше 50-70%. Скважины месторождения Алтыгуйы не удовлетворяют эти требования.

Анализ условий применения **установки электроприводного центробежного насоса (УЭЦН)**. Основным критерием, обуславливающим нецелесообразность и невозможность применения является большая глубина скважин - от 3600 до 3700м. Максимальная глубина спуска УЭЦН не превышает 1600м. Помимо этого ограничивающего фактора, отмечается также наличие высокого газосодержания в откачиваемой жидкости и планируемые дебиты, которые значительно ниже, чем минимальная производительность УЭЦН. Эти факторы противостоят возможности применения УЭЦН в ограниченном количестве на данном месторождении.

Анализ условий применения установки штангового глубинного насоса (УШГН). В условиях месторождения Алтыгуйы применение УШГН имеет весьма ограниченную область. Однако, УШГН отличается совершенством конструкции, широким ассортиментом выпускаемого оборудования нормального ряда, а также простотой обслуживания. Установки штанговых глубинных насосов могут быть использованы до глубины 2300 метров и при откачке жидкости со сравнительно небольших глубин. Они уступают по развиваемому напору только гидропоршневым установкам, могут быть эффективно использованы в низкодебитных скважинах до 10 тонн с высокой обводненностью продукции. Ограничивающими факторами их применения являются: высокие газовые факторы, большие глубины, кривизна стволов скважин меньше 7 градусов. С увеличением глубины спуска насоса снижается надежность его работы, увеличивается степень утечек через зазоры, а также сокращается межремонтный период [22].

Современный нормальный ряд приводов глубинного насоса станка-качалки (СК) и скважинных насосов вставного типа (НСВ) позволяют теоретически осуществлять подъем жидкости из глубин 3500м.

Однако, при такой величине спуска насоса, из-за недостаточной эксплуатационной надежности насосных труб и штанг, возникают проблемы, относящиеся к обеспеченности ремонтной базы промыслов.

В условиях месторождений Туркменистана добыча нефти установками УШГН обеспечивается из максимальной глубины, равной 2300м. Из-за влияния различных отрицательных факторов фактическая подача с глубины 2300 м не превышает 5,3 м /сут при коэффициенте подачи не более 0,17.

Таким образом, применение установок УШГН на данном месторождении не может рассматриваться, как перспективное. Кроме низкой производительности, при применении УШГН предвидится нерациональное расходование материальных и энергетических ресурсов в связи с существенным снижением надежности работы оборудования УШГН при откачке жидкости со скважин с пескопроявлением, образованием парафиновых и солевых отложений, обрывах штанг и других неполадок. По имеющемуся опыту эксплуатации УШГН в таких условиях значительно снижается коэффициент эксплуатации, который по аналогичным месторождениям Туркменистана не превышает 0,7. Исходя из вышеизложенного, применение способа добычи нефти установками УШГН не рекомендуется на данном месторождении.

Анализ условий применения УГПН (погружной поршневой насос с гидроприводом). Блочные автоматизированные установки гидропоршневых насосов (УГПН) предназначены для эксплуатации 2-8 кустовых наклонно-направленных и глубоких скважин (свыше 4000м) с низкими динамическими уровнями (3000м) и с дебитами до 100 м³ /сут. Малогабаритные размеры этих насосов позволяют спускать их в скважины с внутренним диаметром эксплуатационной колонны 117,7-155,3мм.

Принцип действия установки основан на использовании гидравлической энергии жидкости, закачиваемой под высоким давлением по специальному каналу в гидравлический забойный поршневой двигатель возвратно поступательного действия, преобразующий эту энергию в возвратно поступательное движение жестко связанного с двигателем поршневого насоса.

Эти насосы имеют высокий КПД (0,65), который незначительно уменьшается при снижении динамического уровня в скважинах. Отличительная способность гидropоршневых насосов - возможность применения одного и того же агрегата для работы с различными напорами, т.е. вести эксплуатацию скважин с различными глубинами и отбирать жидкость в нужных количествах.

В качестве гидropоршневых установок рекомендуются УГН 25-150-25, УГН 40-25 0-20, УГН 100-200-18.

Для откачки пластовой жидкости из скважин рекомендуются гидropоршневые агрегаты сбрасываемого типа ГН-59-89-10-118, ГН-59-89-25-25, ГН-59-89-40-20.

По своей добывной характеристике, простоте эксплуатации, они полностью удовлетворяют условиям эксплуатации месторождения Алтыгуйы. Однако, на данном этапе применение указанных установок нами не предусматривается. Для их использования необходимо произвести специальные работы с точки зрения выбора рациональных технологических схем применительно к условиям данного месторождения. Необходимо также изучить энергетические технико-экономические показатели, без учета которых выбор рационального способа не может быть осуществлен. Считаем целесообразным их применение на конечном этапе, когда скважины будут эксплуатироваться с обводненностью продукции более 90% и возникает необходимость перевода их с механизированных способов добычи нефти на УГПН [23].

Анализ условий применения УЭВНТ. Установки погружных винтовых электронасосов (УЭВНТ) предназначены для откачки пластовой жидкости повышенной вязкости из нефтяных скважин.

Наиболее эффективна эксплуатация этими установками скважин с низким коэффициентом продуктивности, большим газосодержанием, высокой вязкостью нефти в пластовых условиях.

УЭВНТ выпускают для пластовой жидкости температурой до 70°С, максимальная вязкость которой равна 1-10 м/с, содержание механических примесей не более 0,8 г/л, объемное содержание свободного газа на приеме насоса не более 50%, сероводорода - не более 0,01 г/л.

При эксплуатации установок в условиях отличных от указанных (повышенное содержание мехпримесей, газосодержания, температуры перекачиваемой жидкости, искривление ствола скважин более 17

градусов), ресурс насоса снижается из-за износа рабочих элементов, что ведет к преждевременному выходу его из строя.

На промыслах Туркменистана ведется опытно-промышленное внедрение электровинтовых насосов немецкого производства марки NTZ-240.ДТ16. Теоретическая подача их составляет 15-30 м³/сут, максимальная глубина спуска 1900 м, объемное содержание свободного газа на приеме насоса не выше 50%.

Практика показала возможность их использования только в вертикальных скважинах и ненадежность, невозможность применения в искривленных скважинах. Фактическая подача насоса не выше 15 м³/сут, нежелательно содержание мехпримесей, из-за низкого качества пластика эластомер быстро выходит из строя (в течение 1-1,5 месяца).

Таким образом, электровинтовые насосы с учетом вышесказанного имеют весьма ограниченную область применения и могут быть использованы на месторождении Алтыгуйы в вертикальных, низкопродуктивных скважинах с динамическим уровнем не ниже 1700м, при пластовой температуре откачиваемой жидкости не выше 70°С и объемном содержании свободного газа на приеме насоса не более 50%.

Анализ условий применения газлифтного способа добычи нефти

На месторождениях Туркменистана, в том числе и Алтыгуйы, широкое применение получил газлифтный способ добычи нефти.

Добывные возможности, а также надежность применения газлифтной эксплуатации показали, что она более эффективна, чем другие способы механированной добычи.

Условия подъема жидкости в газлифтной скважине, в основном, зависят от параметров самого подъемника, величины давления рабочего агента и параметров пласта. Наибольшую роль играет высота подъема жидкости. На месторождении Алтыгуйы специфическими факторами являются: большая высота подъема, низкие дебиты, увеличение обводненности продукции во времени, наличие ресурсов рабочего агента (газа).

Практика газлифтной эксплуатации на данном месторождении доказывает целесообразность ее применения как при непрерывном, так и периодическом лифтировании жидкости. С целью наиболее эффективной эксплуатации, скважины с дебитами выше 30 т/сут рекомендуется эксплуатировать непрерывным газлифтом. Скважины, работающие с дебитами ниже 30т/сут, целесообразно эксплуатировать

периодическим газлифтом. В условиях этого месторождения периодический газлифт является наиболее реальным, обеспечивающим проектные объемы добычи до конца разработки месторождения.

При изучении геолого-эксплуатационных характеристик месторождения было выявлено, что нефтяные и газовые пласты, чередующиеся в продуктивных горизонтах, изолированы между собой непроницаемыми прослойками, имеющими сравнительно большие толщины. В значительной мере газовые пласты по площади перекрывают нефтяные, что создает благоприятные условия для осуществления методов одновременно-раздельной эксплуатации нефтегазовых объектов одной скважиной. При этом целесообразно также частично использовать технологию внутрискважинного газлифта, наиболее эффективного способа эксплуатации, не требующего дополнительных капиталовложений.

Расчет газлифтных подъемников непрерывного действия сводится к определению длины, диаметра подъемных труб и удельного расхода газа.

Выбор диаметра лифтовых труб газлифтной скважины осуществляется в соответствии с объемом лифтируемой жидкости в области оптимального режима работы подъемника. Практика показывает, что в зависимости от дебита скважин, оптимальные размеры подъемников соответствуют данным приведенным в таблице 14.

Таблица 14. Оптимальные размеры подъемников

Дебит скважины, т/сут	20-40	40-60	60-200	200-300
Диаметр подъемника, мм	40,3	50,3	62	76

В промысловых условиях, с точки зрения технологических и механических характеристик, неограниченную область применения имеют трубы марки "М" с диаметром проходного сечения 62 мм. Рекомендуется применять универсальную схему подъемника, обеспечивающего как периодическое, так и непрерывное лифтирование жидкости (Рис 11.).

Приведенная схема используется в скважинах с глубиной ввода газа до 3000м. В скважинах с глубиной до 4000м и более используется компоновка подъемника, приведенная на рисунке 12.

Для максимального отбора жидкости необходимо создать минимальные давления на забое. Поэтому глубина спуска подъемных труб должна быть максимальной, т.е.

$$L = H - (20:30)\text{м}$$

где H - расстояние до верхних отверстий фильтра, м.

Для кольцевой системы (рабочий агент - газ нагнетается в кольцевое пространство) потребный удельный расход газа при непрерывном подъемнике определяется из выражения:

$$R = \frac{0,388[Lpg - (P_1 - P_2)]}{d^{0,5} (P_1 - P_2) Lg \frac{P_1}{P_2}}, \text{м}^3 / \text{т}$$

где: P_1 - рабочее давление, Па (рабочее давление равно 8,5; 10,0; и 12МПа);

P_2 - устьевое давление (минимально допустимое по условиям эксплуатации), принимаем равным $P_2 = 1,2 \times 10^6$; $1,5 \times 10^6$ Мпа;

ρ -плотность нефти принимаем равной 861 кг/м³;

g -ускорение силы тяжести (9,81 м/сек²);

d - диаметр подъемных труб, м;

L - высота подъема жидкости, м.

Удельный расход нагнетаемого газа с учетом растворимости газа определяется из выражения:

$$R_{\text{НАГН.}} = R_{\text{ПОТР}} - \left[G_0 - \alpha \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right] \left(1 - \frac{n_{\text{в}}}{100} \right), \text{м}^3 / \text{т}$$

где: G_0 - газовый фактор (по нефти), м³/т;

α - коэффициент растворимости газа в нефти, $\alpha = 0,4031 \text{ м}^3/\text{т.атм.}$

$n_{\text{в}}$ - обводненность продукции, %.

Оптимальный удельный расход нагнетаемого газа, рассчитанный при глубине ввода 2700, 3000м и 3500м ($P_{\text{раб}} = 8,5$; 15,0 МПа) равен,

соответственно, 200, 300 и 500 м³/т и при глубине ввода газа 3000 - 3500м (P_{раб}= 10; 15 МПа) равен, соответственно, 150 ÷ 400 м³/т.

Расчет установки периодического газлифта с камерой замещения

Для периодического газлифта, применительно к условиям эксплуатации месторождения Алтыгуйы, рекомендуется оборудовать скважины камерой замещения однорядным лифтом с установкой в нижней части НКТ пакером и обратным клапаном (Рис. 13). В этом случае кольцевое пространство между НКТ и обсадной колонной выполняет роль камеры замещения [24].

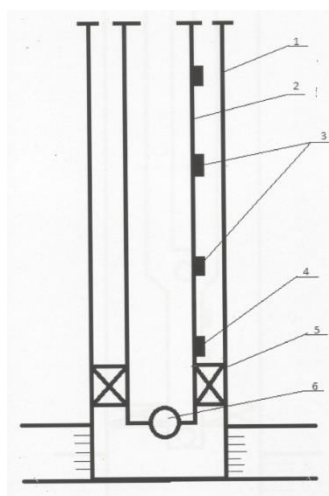


Рис. 11. Схема универсального газлифтного подъемника
1- эксплуатационная колонна; 2- лифтовые трубы; 3- пусковые клапана; 4- рабочий клапан; 5- пакер; 6- обратный клапан.

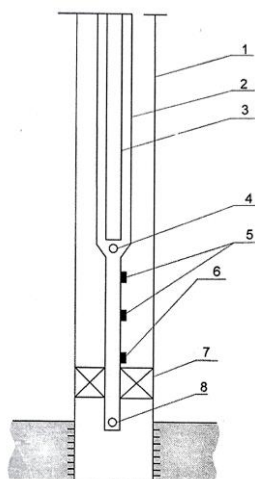


Рис. 12. Схема ступенчатого газлифтного подъемника
1- эксплуатационная колонна; 2- промежуточная колонна; 3- верхняя ступень лифта; 4, 8 – обратные клапана; 5- пусковые клапаны; 6- рабочий клапан; 7- пакер.

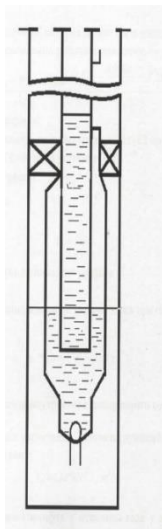


Рис. 13. Схема подъемника для периодического лифтирования жидкости с камерой замещения

Снижение давления нагнетаемого газа для продавки жидкости обеспечивается установкой на колонне НКТ пусковых клапанов, а нижний (рабочий) клапан выполняет роль отсекающего, уменьшающего удельный расход газа.

Рабочее давление нагнетаемого газа определяется из выражения:

$$P_{\text{раб}} = \frac{h\gamma_{\text{н}}}{10} - P_{\text{тр}} + P_{\text{у}}, \text{ кгс/см}^2$$

Высота столба жидкости, которая может быть вытеснена в подъемные трубы при полном использовании рабочего давления, будет:

$$h = \frac{(P_{\text{раб}} - P_{\text{тр}} - P_{\text{у}})10}{\gamma_{\text{н}}} = \frac{(P_{\text{раб}} - \frac{0,0064L}{d^{0,5}} - P_{\text{у}})10}{\gamma_{\text{н}}}, \text{ м}$$

где: L - длина подъемника, м;

d - внутренний диаметр подъемных труб, $d = 62 \text{ мм (2,5")}$

$P_{\text{раб}}$, $P_{\text{у}}$ - давление рабочее и устьевое, ат;

$\gamma_{\text{н}}$ - удельный вес нефти.

Длина камеры:

$$\ell_{\text{к}} = \frac{d^2}{d_{1\text{к}}^2} h$$

где $d_{\text{к}}$ - диаметр камеры, принимаем равным 4".

Объем жидкости, поднимаемый за один цикл при оптимальном расходе нагнетаемого газа:

$$q_{ц} = \left(h - \frac{0,5\sqrt[3]{L^2}}{d^{0,5}\gamma} \right) f\gamma, \text{ т}$$

где $f = 0,003 \text{ м}$ - площадь внутреннего поперечного сечения 2,5" труб.

Расход газа в период нагнетания, соответствующий минимальному удельному расходу, составит:

$$V_0 = 1,1d^2\sqrt[3]{L^2}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для периодического газлифта с отсечкой газа у камеры потребное за один цикл количество газа, приведенное к нормальным условиям, определяется из выражения:

$$V_k = f(L + h - \ell_k) \frac{P_{\text{раб}}}{P_0}, \text{ м}^3$$

Продолжительность периода нагнетания газа:

$$T_1 = \frac{60V_k}{V_0}$$

Продолжительность полного цикла:

$$T = \frac{q_{ц} 1440V}{Q}, \text{ мин}$$

где: Q - дебит жидкости, т/сут

Продолжительность периода накопления жидкости:

$$T_2 = T - T_1, \text{ мин}$$

Число циклов в сутки:

$$n = \frac{1440}{T}$$

Удельный расход газа на 1 тонну жидкости:

$$R_0 = \frac{V_k}{q_{ц}}, \text{ м}^3/\text{т}$$

Расчетные значения параметров периодического газлифта для скважин с высотой подъема с глубин 2500, 3000, 3500 м приведены в таблице 15.

Проектирование газлифтных подъемников, включая расстановку пусковых и рабочих клапанов, следует производить в соответствии со стандартными методиками [25, 18] с учетом свойств пластовых флюидов и проектируемых дебитов скважин.

В качестве газлифтных клапанов рекомендуются сильфонные клапаны типа Г-38 и Г-38Р, Г-25 и Г-25Р, устанавливаемые в карманах скважинных камер КТ 73-25 и КТ 73-38, К60-25 и К60-38. Минимальное потребное количество клапанов на одну скважину составляет 5÷6 [26].

Таблица 15. Расчетные параметры периодического газлифта

L, м	d, м	P _T р, М Па	P _{ра} б, М Па	P _y , М Па	h, м	1 _к , м	q _ц , т	V ₀ , м ³ /ч	V _к м ³	T ₁ мин	T мин	n _ц , цик л	Q, т/с ут	R _о , м ³ /т	V, м ³ /с ут
25 00	6 2	1,0 1	8,4	1,5	69 5	271 ,7	1,6 2	12 66	88 4	41, 89	116 ,6	12, 35	20	54 6	109 20
30 00	6 2	1,2 1	10, 0	1,5	89 8	350 ,7	2,1 2	14 30	10 64	44, 65	152 ,6	9,4	20	50 1	100 22
30 00	6 2	1,4 2	12	1,5	11 15	435 ,7	2,6 6	15 84	15 04	57, 0	191 ,5	7,5 2	20	56 5	113 14

Список использованной литературы:

1. Пирсон С.Д. Учение о нефтяном пласте. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – с.570.
2. Островский Я.М., Джапаров А. Изучение процессов обводнения нефтяных залежей с помощью характеристик вытеснения. – ТуркменНИИНТИ. Ашгабат. 1980. – с.44.
3. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. // под ред. Гиматудинова. – М: Недра. 1971. – с.342.
4. П.Н. Лаврушко, В.М. Муравьев Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1971.
5. Нефтепромысловое оборудование. Справочник/ под.ред. Е.И. Бухаленко. М.: Недра, 1990.
6. Игнатенко Ю.К. Акопян Н.Р. Временная инструкция по удалению жидкости из газовых и газоконденсатных скважин с помощью пенообразующих веществ. Ставрополь. 1977. с.12-15.
7. Муравьев В.М. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра 1978. – с.495.
8. Подсчет запасов нефти, газа и конденсата месторождения Корпедже по состоянию на 01.01.94г. Отчет по теме ДСП (Институт нефти

и газа, научно-исследовательский и проектный филиал института нефти и газа). Руководитель Кузьмин А.А., Небитдаг, 1994.

9. Проект опытно-промышленной эксплуатации газоконденсатных залежей месторождения Корпедже //Отчет// 93, НИПФИНГ. - Небит-Даг, 1994.

10. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. Зотов Г.А., Алиев Э.С. М., «Недра», 1980.

11. Гулуев А.Т. "Прогнозирование развития способов добычи нефти на месторождениях объединения "Туркменнефть" на 1975-1980гг. Фонды института "Небитгазылмытаслама", 1990.

12. Пермяков И.Г., Шевкунов Е.Н. Геологические основы поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. М., Недра, 1971.

13. Адиев И.Я. Методическое руководство по применению технологии определения обводненности продукции пластов при их одновременно-раздельной эксплуатации (с использованием акустических стационарных информационно-измерительных систем) / И.Я.Адиев // Методическое руководство ОАО НПФ Геофизика. Уфа. – 2014. – 13с.

14. Базив В.Ф., Закиров С.Н. Некоторые проблемы разработки многопластовых месторождений // Нефтяное хозяйство. -2002. - №11. стр. 58-60.

15. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России / Под ред. В.Е.Гавуры: в 2-х т.–М.: ВНИИОЭНГ, 1996. -Т.1. стр. 280.

16. Глоговский М. М., Дияшев Р. Я. Определение параметров при совместной эксплуатации пластов по кривым изменения дебита. / Тр. МИНХиГП. Вып. 91. – М.: Недра, 1969.

17. Максutow Р.А. Разукрупнение объектов разработки для повышения их нефтеотдачи / П.В. Донков, В.А. Леонов, А.В. Сорокин, И.В. Сабанчин // Интенсификация добычи нефти и газа: тр.Междунар. технол. симпозиума. –М.: Интернет нефтегазового бизнеса, 2003г.

18. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. Зотов Г.А., Алиев Э.С. М., «Недра», 1980.

19. Джапаров А., Игнатъев В.Г. Разработка предложений по выбору технологических схем и оборудования для одновременно-раздельной

эксплуатации газоконденсатных пластов в проектируемых газовых скважинах на месторождении Корпедже (Заключительный отчет по х/д 35/99),2000.

20. Джапаров А., Игнатъев В.Г. Технологическая схема опытно - промышленной эксплуатации газоконденсатных залежей месторождения Корпедже с применением технологии одновременно-раздельной эксплуатации газоконденсатных пластов (копия заключительного отчета по х/д 35/99),2000.

21. Кортаев Ю.П., Козлов А.П. и др. Расчеты, проводимые в процессе разработки газовых месторождений. - М.: Недра, 1971.

22. Определение газового фактора и ресурсов нефтяного газа с применением методов математической статистики. В сб. Разработка нефтяных и газовых месторождений, Авт.: Я.М. Островский, Ашхабад, ТПИ, 1982.

23. Гуревич Г.Р., Брусиловский А.И. Справочное пособие по расчету фазового состояния и свойств газоконденсатных систем. М., «Недра», 1984.

24. Панфилов М.Б., Панфилова И.В. Осредненные модели фильтрационных процессов с неоднородной внутренней структурой. – М.:

25. Лысенко В.Д. Инновационная разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра, 2000. –517 с.

26. Инструкция по исследованию газоконденсатных месторождений на газоконденсатность. – М.: Недра, 1975

© Деряев А.Р., 2023

ГЛАВА 2

УДК 681.518.2/.3

Кикин И.С.

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
Государственный научно-исследовательский
институт авиационных систем,
РФ, г. Москва

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Аннотация Инерциально-аэрометрические системы навигационного обеспечения и управления летательными аппаратами применяются в качестве базовых информационно-управляющих систем бортовых комплексов управления объектов авиационной и ракетной техники. Основное достоинство этих систем – максимальный уровень автономности и скрытности применения. Из-за эффекта накопления ошибок инерциальных датчиков длительность автономного функционирования инерциальных систем навигации летательных аппаратов существенно ограничена, что приводит к необходимости коррекции погрешностей инерциальных измерений от внешних источников информации. Любые источники корректирующей информации для инерциальных систем, кроме системы воздушных сигналов, осуществляющей аэрометрические измерения, не только увеличивают объем информационных ресурсов управления, но и нарушают инвариантность к внешним помехам и/или скрытность полета. Цель работы – создание информационной технологии алгоритмического синтеза инерциально-аэрометрической информационно-управляющей системы с автономной коррекцией (самокоррекцией) ошибок измерений.

Ключевые слова: информационно-управляющая система, инерциально-аэрометрическая навигационная система, ретроспективная идентификация, счисление координат, имитационный метод оценивания, мгновенное апостериорное оценивание, накопление погрешностей измерений, автономная коррекция.

Igor Kikin

Ph.D. of Engineering Sciences,
Senior Research Scientist,
State Research Institute of Aviation Systems,
Russia, Moscow

ADVANCED SYSTEMIC METHODOLOGY FOR AIRCRAFT AUTONOMOUS CONTROL

Abstract. Inertial-aerometric aircraft control and navigation systems are used as core elements of onboard information and control systems of aircrafts and missiles. The main advantage of such systems is the maximum level of self-sufficiency and stealthiness of their use. In strapdown and gyroless inertial navigation systems phenomenon is also relevant to the sensors that measure aircraft rotating motion and reckon its attitude parameters. Because of the error accumulation phenomenon in inertial sensors of aircraft navigation systems the self-sustaining period of such systems is substantially limited. This necessitates correction of inertial measurements errors by external information sources. Any sources of corrective information for inertial systems, except for air data system taking aerometric measurements, not only increase control information volume, but also adversely affect invariance to external disturbances and/or flight stealthiness. The goal of this work is the creation of information technology of algorithmic synthesis of an inertial-aerometric information and control system with self-contained correction (self-correction).

Keywords: information and control system, inertial-aerometric navigation system, retrospective identification, dead reckoning, simulated estimation method, instantaneous a posteriori estimation, measurement errors accumulation, autonomous correction.

Основные сокращения

БИНС – бесплатформенная инерциальная навигационная система

ВСДХ – комплекс высотно-скоростных и дроссельных характеристик силовой установки ЛА

ДЛУ – датчик линейного ускорения (акселерометр)

ММ – математическая модель

МАО – мгновенное апостериорное оценивание состояния ОУ

НСК – навигационной системе координат

ОУ – объект управления

ПВГП – пространственно-временной график полета

ДУС – гироскопический датчик абсолютной угловой скорости	ПНК – пилотажно-навигационный комплекс
ДУ – двигательная установка	ППМ – промежуточный (поворотный) пункт маршрута
ДУУ – датчик угловых ускорений	ПУ – процесс управления
ИАИУС – инерциально-аэрометрическая информационно-управляющая система	САУ – система автоматического управления
ИИБ – инерциальный измерительный блок	СВС – система воздушных сигналов
ИМО – имитационный метод оценивания состояния ОУ	СИ – система идентификации
ИПМ – исходный пункт маршрута	СКИАИУС – самокорректирующаяся ИАИУС
ИС – информационная система	СРНС – спутниковая радионавигационная система
ИУС – информационно-управляющая система	ССК – связанная с корпусом ЛА система координат
КПМ – конечный пункт маршрута	ФК – фильтр Калмана
ЛА – летательный аппарат	ЦМ – центр масс
ЛЗН – линия заданного направления	
ЛЗП – линия заданного пути	

Введение

Существует актуальная потребность создания наукоемких системных методологий решения существенно нестандартных практических задач, содержащих трудно формализуемые условия и высокие требования к качеству управления [1].

В процессе реализации инициативного проекта 19-08-00752, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований, в [2 – 9] сформулированы принципы алгоритмического конструирования самокорректирующихся автономных ИУС. Проведены исследования алгоритмов МАО с оценкой технической эффективности их реализации для следующих типов одноканальных ИУС:

- одноканальной системы угловой ориентации платформы на базе датчика угловой скорости [10 – 12],
- системы счисления путевой дальности самолета в режиме автоматического регулирования путевой или воздушной скорости полета [13 – 15],
- одноканальной инерциальной системы управления, для реализации маршрутного способа полета ЛА [16];
- инерциально-воздушной системы счисления путевой скорости и путевой дальности самолета в режиме автоматического регулирования путевой скорости [17].

Результаты исследований, перечисленных выше, представляют собой научно-методическую базу для решения рассматриваемой прикладной задачи.

ИАИУС – полнофункциональная система автономного навигационного наведения ЛА. Под полной функциональностью системы будем понимать не только полноту состава формируемых ей информационных параметров полета ЛА, но и возможность обеспечения точности навигационного наведения ЛА, гарантирующей реализацию непосредственного информационного контакта с целевыми объектами ЛА в КПМ без применения внешних по отношению к системе источников информации. Внешние источники информации используются для определения начальных значений интегрируемых параметров полета.

Будем рассматривать ИАИУС, с базовым составом, в который в качестве информационных подсистем входят:

- БИНС с ИИБ, включающим в себя 3 ДУС и 3 ДЛУ, измерительные оси которых, с точностью до технологических погрешностей, соответствуют осям прямоугольного приборного трехгранника, совпадающего (с точностью до технологических погрешностей) с ССК;

- СВС с полным комплексом аэрометрических измерителей (высотно скоростных параметров полета, параметров атмосферы и аэродинамических углов атаки и скольжения) [18].

Процесс автономного навигационного наведения включает в себя реализацию с заданной точностью:

- маршрута полета (наведение по линии пути);
- траектории движения в заданную точку пространства с произвольным или заданным направлением подлета к этой точке (терминальное наведение);
- вертикального профиля полета (вертикальное наведение);
- заданного времени прибытия в КПМ с возможным ограничением на интервал времени пролета ППМ (управление путевой скоростью полета).

Иными словами, ИАИУС функционально обеспечивает решение всего комплекса задач четырехмерной навигации – выдерживания заданного ПВГП.

ИАИУС – система максимальной автономности, поскольку в ее составе нет передатчиков и приемников электромагнитных волн. Возможности коррекции инерциальных навигационных систем в режиме

наблюдения звездного неба, поверхности Земли и наземных навигационных ориентиров зависят от погодных условий. Кроме того, системы навигации по поверхностным земным навигационным полям критичны к имитирующим и маскирующим помехам. В дополнение к недостаткам пассивных систем наблюдения звездного неба и поверхностных навигационных полей Земли излучатели зондирующих сигналов, применяемые в активных автономных навигационных системах, нарушают режимы скрытности полета. Кроме отмеченных недостатков, любые программно-технические средства коррекции ИАИУС увеличивают стоимость ИУС. Обеспечение точности ИАИУС, при которой автономное навигационное наведение ЛА реализуемо без внешних систем позиционирования и измерителей скорости, соответствует созданию ИУС, идеальной по показателям помехоустойчивости и скрытности. При этом следует акцентировать внимание на том, что для формирования необходимых для этой системы начальных условий по позиционным координатам ЛА и скоростям их изменения, а также по начальным значениям параметров угловой ориентации ЛА и их производных, необходимо применять все располагаемые информационные ресурсы. Другими словами, целевое назначение информационных технологий, основанных на МАО, – обеспечение точности счисления параметров ориентации и навигации ЛА, при которой инерциальные и аэрометрические измерения определяют состав функционально необходимых измерений для информационного обеспечения управляемого полета ЛА до момента начала финального этапа полета, на котором необходим непосредственный информационный контакт с целевым объектом.

Главная цель применения СкИАИУС – исключение необходимости применения внешних источников корректирующей информации и снижение требований по точности датчиков ИИБ по отношению к требованиям, обеспечивающим заданную точность навигационного наведения без режима самокоррекции.

Основные классификационные признаки БИНС связаны с точностью параметров ориентации и навигации в автономном режиме работы, а также максимальное время автономной работы [19]. Главный показатель, определяющий принадлежность БИНС к высокому, среднему или низкому классу точности это темп накопления ошибки по позиционным координатам. Этот показатель стандартизован только для БИНС на

лазерных гироскопах в соответствии с ГОСТ РВ 52 339–2005 [20]. Максимальные координатные уходы за один час работы для БИНС 1-го класса точности составляют 0,9 км, 2-го класса – 1,85 км (одну морскую милю), 3-го класса – 3,7 км (две морские мили). Уровень максимальной погрешности соответствует удвоенному среднеквадратическому отклонению ($\pm 2\sigma$).

В [19] и [21] представлены предельные скорости координатных уходов для БИНС высокой средней и низкой точности. Они составляют соответственно 0,5, 1 и 10 м/с. В соответствии с этой градацией системы высокой и средней точности это системы 2-го и 3-го класса по ГОСТ РВ 52339–2005. Недостаток данной классификации – слишком широкий диапазон ошибок для систем низкой точности. В [22] представлена классификация с расширенным диапазоном допустимых скоростей накопления погрешностей для систем средней точности (от 1,85 км/ч до 5,5 км/ч), а системы низкой точности с темпом накопления ошибок от 5,5 км/ч до 37 км/ч исключены из состава систем навигационного применения. Следует отметить, что исключать навигационное применение систем, имеющих скорость координатных уходов, которая соответствует указанному для систем низкой точности диапазону, нецелесообразно. Эти БИНС применяются в составе малогабаритных интегрированных систем навигации. Важно определить границы точности, в которых допустимо автономное применение БИНС. Очевидно, БИНС автономного применения с максимальной скоростью накопления ошибок относятся к системам малого времени работы. Границы разделения классов БИНС по времени автономной работы (системы малого, среднего и продолжительного времени работы) имеют высокую степень неопределенности [19]. Показатель времени автономной работы определяется темпом накопления ошибок и требованием по точности режима автономной навигации.

Из результатов анализа существующих разработок БИНС следует, что диапазон ограничения автономного времени работы БИНС низкой точности целесообразно принять равным 3 – 5 минут, поскольку для этого диапазона регламентируются показатели точности БИНС из состава интегрированной инерциально-спутниковой навигационной системы при отсутствии коррекции от СРНС. Накапливаемая за это время координатная погрешность приблизительно соответствует максимальному координатному уходу за час системы 1-го класса по ГОСТ

РВ 52339–2005. По аналогии, максимальное время автономного функционирования систем средней точности может быть принято равным приблизительно 15 минутам. Верхняя граница скорости координатных уходов для БИНС низкой точности (2σ) принята равной 10 км/ч.

Техническая эффективность коррекции БИНС, в том числе и самокоррекции, может оцениваться по классу точности пригодной для автономного применения БИНС. Как следует из выше изложенного, классы точности БИНС определяются на основе интегральных показателей точности, в том числе временем автономной работы. Для оценки технической эффективности коррекции БИНС следует также указывать диапазоны погрешностей определения скорости и курса, построения вертикали, а также погрешностей датчиков первичной информации. Кроме того, информативными параметрами для этой задачи являются массогабаритные характеристики БИНС. Все перечисленные характеристики представлены в спецификациях изделий. Классификация БИНС для воздушной навигации с учетом данных работы [23], представлена в таблице 1.

Таблица 1. Классификация БИНС для воздушной навигации

Виды БИНС по уровню точности	Класс точности (ГОСТ РВ 52 339–2005)	Максимальные погрешности (2σ)						Масса изделия, кг
		Координат, км/час	Путевой скорости, м/с	истинного курса, °	Построения вертикали (крен, тангаж) °	ДУС °/час	ДЛУ	
Высокой точности	1	0,9	0,5	0,1	0,03	0,002	$3 \times 10^{-5}g$	20 – 25
	2	1,85	1	0,2	0,05	0,008	$10^{-4}g$	15 - 20
Средней точности	3	3,7	2	0,4	0,1	0,015	$2 \times 10^{-4}g$	7 – 15
Низкой точности	–	10	5	2	1	0,1	$10^{-3}g$	0.35 – 3.4
Микрогабаритные неавтономные	–	37	–	–	–	10	$7,5 \times 10^{-3}g$	<0,2

Применение алгоритмических методов самокоррекции БИНС позволяет заменить интегрированную навигационную систему (БИНС + СРНС) полностью автономной малогабаритной БИНС на грубых датчиках первичной информации, применяемых в составе БИНС низкой и средней точности. Исключение необходимости применения коррекции БИНС от СРНС обеспечивает повышение помехоустойчивости навигационного комплекса. Исключение необходимости применения БИНС высокой точности согласно данным, представленным в табл. 1, обеспечивает уменьшение массогабаритных характеристик БИНС и ее стоимости, которая в первом приближении обратно пропорциональна максимальным погрешностям элементов ИИБ.

Точность ИНС с самокоррекцией ошибок измерений ограничивается точностью инициализации системы – точностью начальных условий по интегрируемым переменным. Поэтому для инициализации ИНС следует использовать высокоточные информационные ресурсы, в том числе внешние по отношению к бортовому комплексу управления.

1. Анализ методов оценивания координат состояния объекта управления

При синтезе систем управления обычно приходится решать задачи оценивания (восстановления) вектора состояния динамических систем $x(t) \in R^n$ с использованием m – мерных зашумленных измерений, которые можно представить в виде вектора $z(t) = \Phi(x(t), \theta) + \varepsilon(t)$, где Φ – известная в общем случае нелинейная вектор-функция своих аргументов, θ – вектор неизвестных параметров $\varepsilon \in R^m$ – погрешности измерения.

В рамках детерминированного подхода для алгоритмов оценивания обычно используется термин наблюдатель, а в рамках статистического подхода – фильтр или устройство оценивания.

Наблюдатели реализуют возможность восстановления недоступных для измерения переменных состояния ОУ, исключают необходимость установки дополнительных датчиков и таким образом обеспечивают улучшение эксплуатационных и стоимостных характеристик САУ. Функциональная схема САУ с динамическим наблюдателем состояния ДНС на базе явной математической модели ОУ представлена на рис. 1, где x_M, z_M – векторы состояния и измеряемого выхода модели ОУ; L – матрица корректирующих коэффициентов. Структура наблюдателя состояния полного порядка соответствует структуре ФК. Это позволяет

осуществить фильтрацию (в том числе и оптимальную) выходных переменных при наличии шумов в каналах измерения, выбрав оптимальным образом корректирующие воздействия наблюдателя [24].

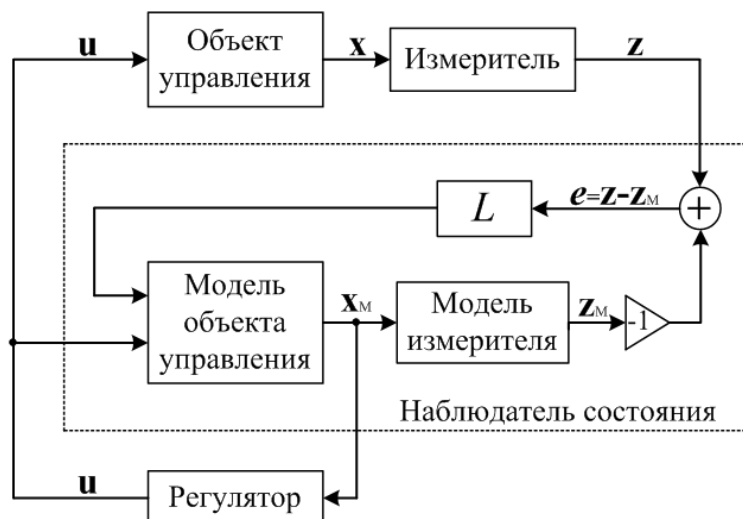


Рис. 1 Функциональная схема САУ с наблюдателем состояния ОУ

Здесь речь может идти только о фильтрации воздействий на измерения, у которых полоса частот отличается от полосы частот полезного сигнала. Компенсация погрешностей измерений в полосе частот полезного сигнала с использованием ФК требует дополнительных измерений и соответствующего повышения размерности оцениваемого вектора состояния.

Задача оценивания состояния ОУ решается, как правило, в условиях параметрической неопределенности модели движения, входных воздействий и ошибок измерений выхода ОУ. Для оценивания состояния ОУ реализуется идентификация неопределенных параметров процесса возмущенного движения ОУ и измерения его вектора выхода. Полученная в результате идентификации оценка возмущающего воздействия на ОУ используется для компенсации этого воздействия. Базовая структура САУ с СИ – САУ с настраиваемой моделью [25], функциональная схема которой представлена на рис. 2.

Настраиваемая модель ОУ включает в себя, в соответствии с принципом внутренней модели в задачах компенсации и слежения [26], модель возмущающего воздействия.

По способу обработки измерительной информации методы идентификации подразделяются на оперативные и ретроспективные. При **оперативной идентификации** обеспечивается текущее отслеживание

меняющихся характеристик объекта. На основе рекуррентных алгоритмов, реализуемых в темпе, близком к скорости протекания процесса, оценки параметров моделей уточняются в реальном времени на каждом шаге поступления новых измерений [27]. При **ретроспективной идентификации** собирается весь массив данных, и оценки характеристик или параметров получаются после обработки этого массива [27]. В представленной на рис. 2 схеме САУ предполагается идентификация в замкнутом контуре – оперативная идентификация в режиме нормального функционирования объекта.

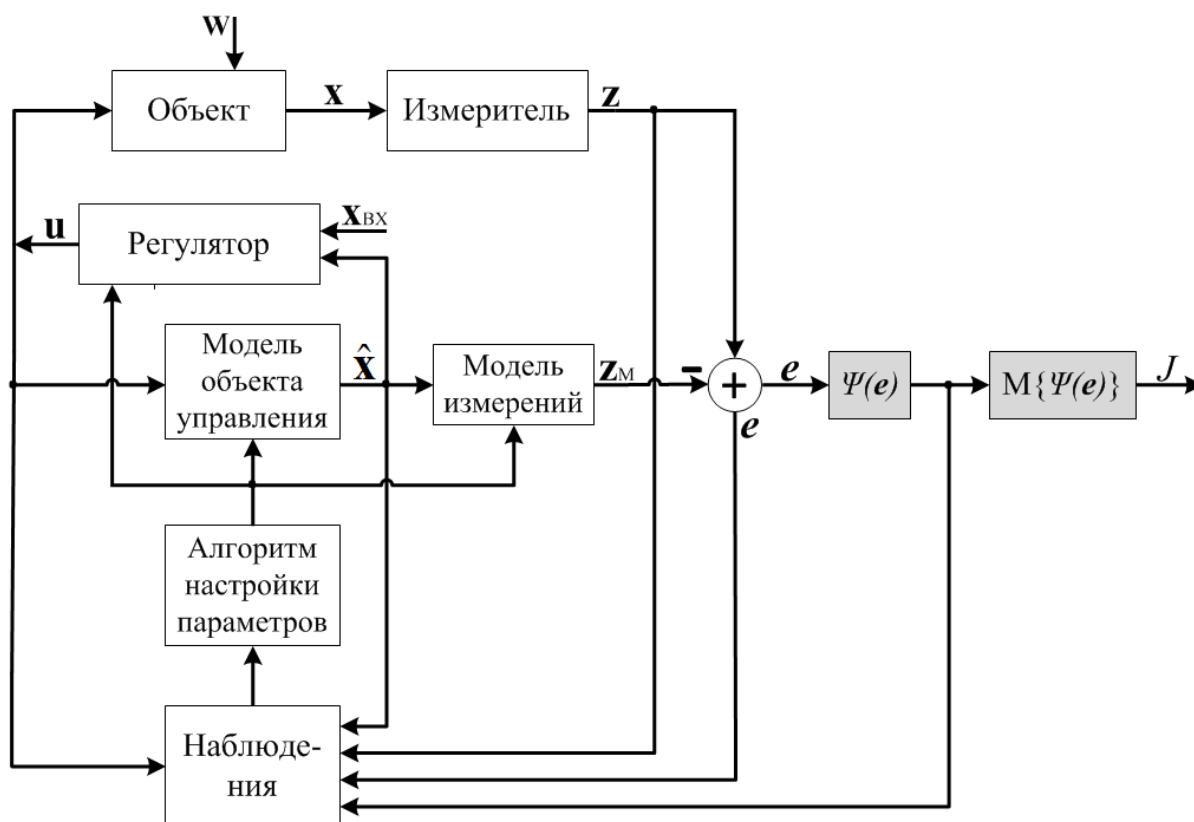


Рис. 2 Функциональная схема САУ с настраиваемой моделью

На рис. 2 приняты следующие обозначения: w – вектор возмущения, \hat{x} – оценка вектора состояния ОУ, $\Psi(e)$ – функция потерь, M – символ математического ожидания, J – критерий качества идентификации.

Рассматривается вариант полнокомпонентного мгновенного измерения, который характеризуется равной размерностью векторов состояния и выхода ОУ: $x \in R^n, z \in R^n$ [28]. На рис. 1 и 2 вектор z обозначает измеренный выход ОУ. $z = h(x, \eta)$, где h – функция наблюдения, η – вектор неопределенных параметров ошибок измерений.

Оценка возможности получения пригодной для последующего использования модели ОУ в режиме оперативной идентификации пассивными методами по данным, полученным в процессе рабочего функционирования ОУ, требует изучения условий сходимости процесса идентификации. По существу, в структуре САУ образуется новый контур – контур адаптации, который может оказаться причиной неустойчивой работы системы [29]. В [30] показывается практическая невозможность применения адаптивных систем управления с текущей идентификацией объекта. Отмечается системная противоречивость решения задач пассивной оперативной идентификации объекта и оптимизации настройки регулятора. В данной работе не рассматривается проблема обеспечения робастности регулятора за счет идентификации параметров ОУ и неизмеряемых возмущений, действующих на ОУ. Будем исходить из того, что изменяющиеся динамические свойства ОУ доступны контролю по измеряемым внешним факторам и известно, как должен настраиваться регулятор в зависимости от параметров объекта. Тогда можно использовать прямой метод настройки или адаптацию по разомкнутому контуру. Такой подход применим для управления ЛА, который оснащен СВС. Состав и точность аэрометрических измерений как правило достаточны для перенастройки параметров регуляторов САУЛА.

Если задача обеспечения робастности регуляторов САУЛА решена за счет прямого метода их настройки по информации, формируемой СВС, применение СИ может быть направлено только на реализацию компенсации ошибок измерений. При этом все проблемы, связанные с ограниченностью темпа сходимости процесса идентификации сохраняются.

На рис. 3 представлена функциональная схема САУ при использовании прямого метода настройки параметров регулятора.

Структурная схема системы параметрической идентификации ПУ в режиме МАО представлена на рис. 4. По существу, представлена обобщенная структура динамического наблюдателя состояния нелинейного объекта управления, реализующего ретроспективный метод оценивания по завершении интервала наблюдения управляемого режима нормального функционирования ОУ. Режимы нормального функционирования ЛА включают в себя все режимы полета, кроме

критических, стартовых и финишных режимов. Условия, в которых предполагается реализация данной схемы:

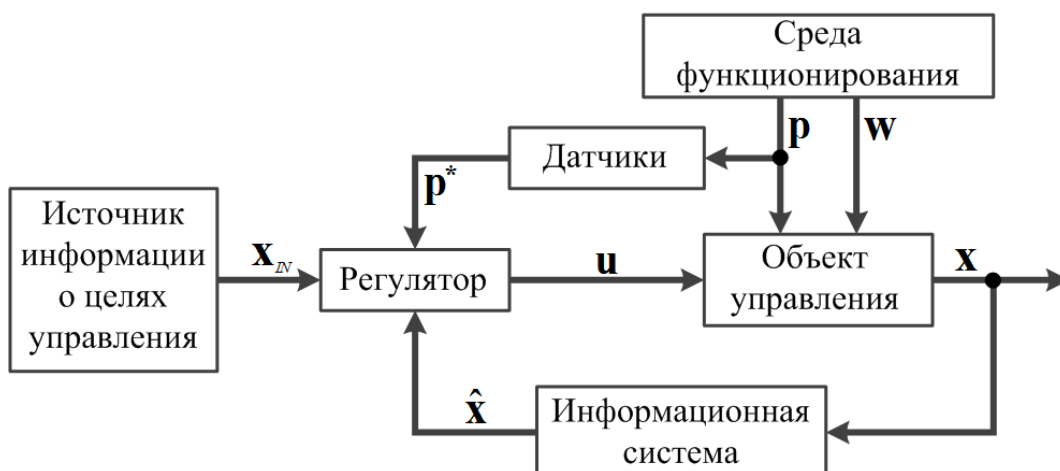


Рис. 3 Функциональная схема САУ с прямой настройкой регулятора

На рис. 3 $\lambda, \hat{\lambda}$ – вектор параметров среды функционирования ОУ и его оценка, x_{IN} – вектор входа, определяющий заданное состояние ОУ.

1) Решена задача подавления высокочастотного шума измерений входа и выхода ОУ, которая, как правило, может решаться независимо от задач идентификации ОУ и синтеза закона управления.

2) По отношению к возмущающему воздействию на ОУ, как и по отношению к входному сигналу, САУ представляет собой фильтр нижних частот. За счет этого подавляется высокочастотная составляющая возмущения и ее можно не учитывать в рабочей модели САУ.

Массив данных, сформированный на интервале наблюдения, хранится в памяти регистратора в виде временных последовательностей векторных переменных. На рис. 4 приняты следующие обозначения элементов накопленного массива данных: $\hat{\lambda}_{L1}$ – элемент последовательности оценок вектора состояния среды функционирования ОУ; u_{L2} – элемент последовательности вектора управления, как точно измеряемого вектора выхода регулятора; z_{L3} – элемент последовательности измеренного вектора выхода ОУ; $L1, L2$ и $L3$ – индексы цифровых массивов данных зарегистрированных переменных, которые соответствуют их значениям в узлах интерполяции.

Алгоритм интерполяции преобразует значения переменных в узлах интерполяции в значения этих переменных для произвольного момента

модельного времени t . Каждый момент модельного («сжатого») времени соответствует моменту реального времени t на интервале наблюдения.

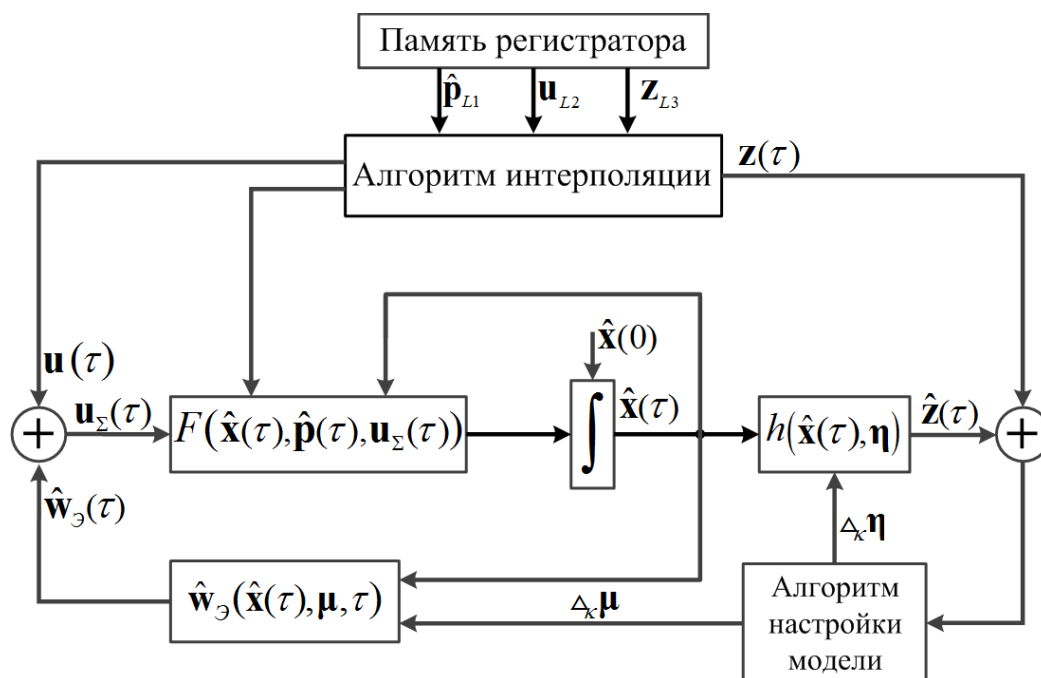


Рис. 4 Структура системы идентификации неопределенных параметров процесса управления в режиме MAO

Оператор ОУ имеет вид: $\frac{dx}{dt} = f(x, \lambda, u + w_3)$, где w_3 – вектор эквивалентного возмущения. Возмущающий вход модели ОУ приведен к управляющему входу, что позволяет применить единую модель возмущений для воздействий различной физической природы.

Префиксом Δ_k обозначены сигналы коррекции соответствующих настраиваемых векторов в цикле поиска их оптимальных значений, соответствующих экстремуму функционала идентификации. Оптимальным оценкам реализаций случайных векторов η и μ соответствует минимальное расстояние в функциональном пространстве между двумя векторными функциями, отображающими реальный и моделируемый выход управляемой системы:

$r(z(\tau), \hat{z}(\tau)) = \|z(\tau) - \hat{z}(\tau)\| \rightarrow \min$, где $\|z(\tau) - \hat{z}(\tau)\|$ – норма разности сравниваемых реализаций векторных функций на каждом шаге поиска. Идеальный результат идентификации соответствует равенству $r(z(\tau), \hat{z}(\tau)) = 0$.

Процесс оптимизации оценивания вектора состояния ОУ с использованием системы, представленной на рис. 4, распространяется

на весь интервал наблюдения, хотя, с практической точки зрения, актуальна для повышения точности реализации процесса управления только оценка в конечной точке интервала наблюдения. Но полученные в результате первичной реализации режима MAO оценки факторов неопределенности ПУ позволяют далее обеспечить сходимость процесса рекурсивного оценивания состояния ОУ, инвариантного к погрешностям измерений со скользящим интервалом наблюдения.

2. Имитационный метод оценивания состояния ОУ

Сущность предлагаемого подхода к решению рассматриваемой проблемы заключается в применении ИМО. ИМО – оценивание вектора состояния ОУ в результате моделирования ПУ с использованием детерминированной модели.

Рассмотрим вариант построения САУ с полнокомпонентным мгновенным измерением. При полной априорной информации об условиях реализации процесса управления воздействие среды представимо детерминированной функцией состояния ОУ вида $\mathbf{w} = \mathbf{f}_w(\mathbf{x})$. В этом случае эволюция ОУ отображается уравнением вида $\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{f}^*(\mathbf{x}, \mathbf{u})$, где \mathbf{f}^* – векторная функция, непрерывная и непрерывно дифференцируемая по совокупности переменных, удовлетворяющая условиям существования и единственности решения задачи Коши.

В этих условиях обратная связь по состоянию (выходу) ОУ может быть заменена обратной связью по состоянию (выходу) его модели, как показано на рис. 5. На рис. 5 индексом «М» обозначены переменные имитационной модели ОУ, \mathbf{e}_x – векторный сигнал рассогласования, $\dot{\mathbf{x}}_M = \frac{d\mathbf{x}_M}{dt}$.

Рис. 5 раскрывает суть ИМО применительно к идеализированным условиям реализации процесса управления. Главное преимущество ИМО – независимость оценки вектора состояния ОУ $\hat{\mathbf{x}} = \mathbf{x}_M$ от погрешностей датчиков. При полной априорной информации о структуре, параметрах ОУ и возмущающих воздействиях на ОУ реализация САУ, замкнутой по состоянию ОУ, не требует датчиков (измерительных преобразователей) в цепи обратной связи.

Применимость ИМО в реальных условиях эксплуатации САУ может быть обеспечена за счет идентификации факторов неопределенности ПУ в режиме MAO по результатам наблюдения уже реализованного на

некотором интервале времени процесса управления. Результат указанного идентификационного процесса – формирование детерминированной модели ОУ для реализации ИМО.

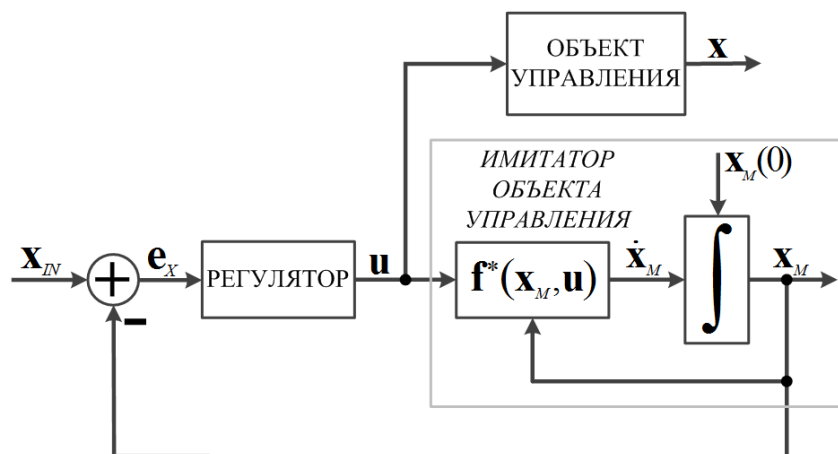


Рис. 5 Функциональная блок-схема САУ с имитатором ОУ

3. Принципы формирования и обработки информации в ИАИУС

Информационно-алгоритмическая блок-схема ИАИУС в режиме нормального функционирования ОУ представлена на рис. 6.

БИНС – информационное ядро ИАИУС. Она обеспечивает реализацию регулирующих связей для навигационного наведения ЛА по ЛЗП и автопилотирования. Выдерживание заданного профиля полета обеспечивается баро-инерциальной системой оценивания абсолютной или относительной высоты полета.

Предполагается реализация системы автопилотирования, включающей в себя:

- контуры стабилизации перегрузки по осям Y и Z ССК по ГОСТ 20058-80 с внутренними контурами демпфирования – регуляторами измеряемых компонент абсолютной угловой скорости по осям Z и Y (ω_Y и ω_Z);
- контур стабилизации модуля путевой или воздушной скорости с внутренним контуром стабилизации продольной перегрузки;
- контур стабилизации крена с внутренним контуром регулирования скорости вращения вокруг продольной оси ω_X .

Достоинство представленного выше состава контуров стабилизации, реализуемых автопилотом, заключается в том, что оси чувствительности датчиков, измеряющих регулируемые параметры движения,

соответствуют направлениям управляющих сил и моментов, развиваемых аэродинамическими органами управления и автоматом тяги двигателя.

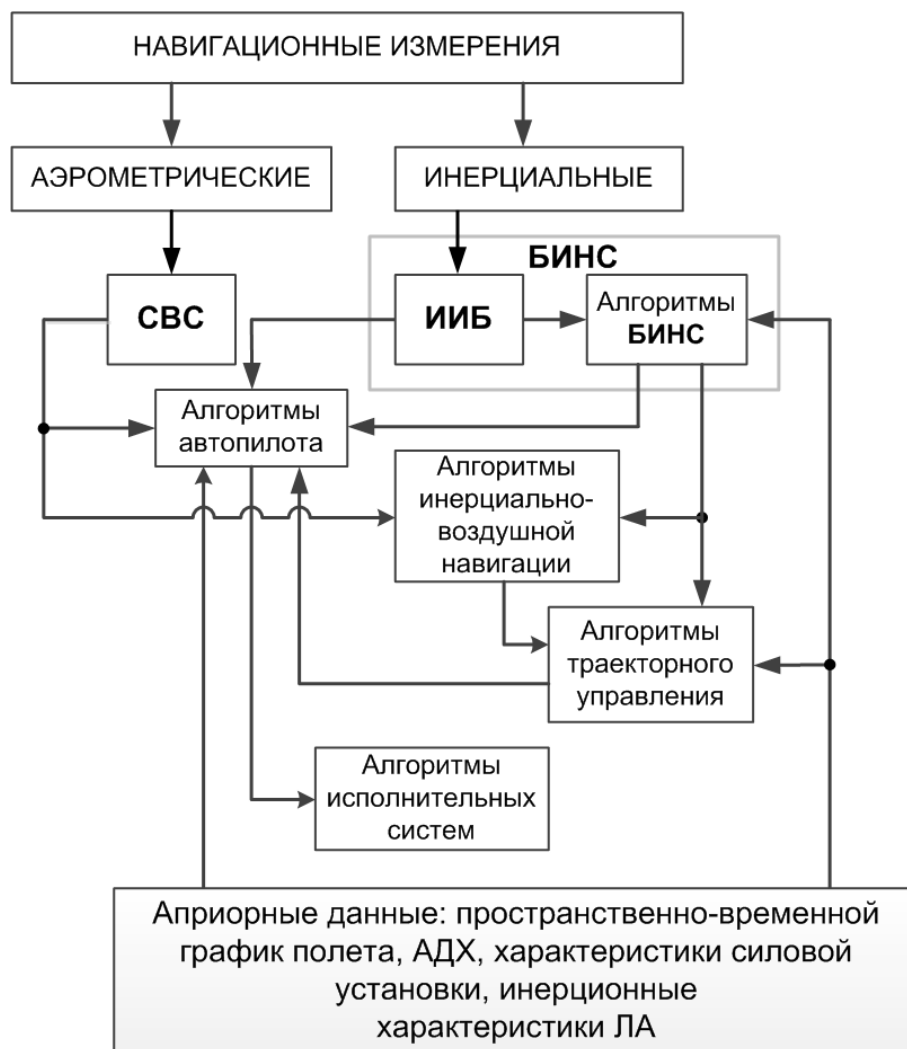


Рис. 6 Информационно-алгоритмическая блок-схема ИАИУС в режиме нормального функционирования

Исключение составляет контур стабилизации вычисляемого БИНС угла крена γ , производная которого определяется формулой:

$$\frac{d\gamma}{dt} = \omega_x - \operatorname{tg}\vartheta(\omega_y \cos\gamma - \omega_z \sin\gamma), \text{ где } \omega_x, \omega_y, \omega_z - \text{ проекции вектора}$$

абсолютной угловой скорости ЛА на оси ССК, измеряемые ИИБ БИНС; ϑ - угол тангажа ЛА, вычисляемый БИНС. Из этой формулы следует, что методическая ошибка оценивания $\frac{d\gamma}{dt}$ величиной ω_x аддитивна и может корректироваться соответствующей составляющей задающего воздействия.

Выходные параметры СВС из состава рабочей информации, функционально необходимой для режимов нормального функционирования:

истинная и индикаторная (приборная) воздушные скорости V_B и $V_{пр}$, число Маха M , абсолютная и относительная барометрическая высота H и \tilde{H} , углы натекания потока (атаки и скольжения) α и β , температура атмосферного воздуха на высоте полета T_H , температура заторможенного потока T^* , давление атмосферного воздуха на высоте полета p_H , полное давление p_H^* , динамическое давление набегающего потока (скоростной напор) q , плотность воздуха на высоте полета ρ_H , кинематическая вязкость воздуха ν в виде функциональной зависимости измеряемых (вычисляемых) переменных, таких как H , T_H , ρ_H , и обеспечивает вычисление числа Рейнольдса $Re = \frac{V_B D}{\nu}$, где D – характерный размер ЛА.

Функциональные связи между измеряемыми параметрами, соответствующие физическим законам, используются для оптимизации оценок состояния атмосферы.

Состав задач управления полетом, решаемых с применением СВС:

- коррекция вертикального канала БИНС с целью выдерживания заданного профиля полета ЛА,
- реализация режима регулирования истинной воздушной скорости,
- настройка параметров автопилота,
- курсо-воздушное счисление пути как резервный вариант определения местоположения ЛА,
- исключение критических режимов полета ЛА.

Последняя задача особенно важна, поскольку непосредственно влияет на безопасность и вероятность достижения цели полета. Она решается автоматами ограничения предельных параметров. СВС информационно обеспечивает: выдерживание допустимого диапазона аэродинамических углов α и β за счет реализации функциональных ограничений заданных поперечных перегрузок ЛА; выдерживание допустимого диапазона приборной скорости полета.

4. Основы синтеза ИАИУС с компенсацией ошибок измерений

Применяемая методология синтеза соответствует наиболее важному в практическом отношении направлению развития физической теории управления: «Теория и интегральная технология создания систем управления с максимальным использованием физических моделей, критериев и переменных» [31]. Интегральная технология проектирования ИАИУС – интеграция методов ТАУ и теоретической механики. Основным признаком указанной интегральной технологии – совместное решение задач синтеза алгоритма навигационных определений и закона управления.

4.1 Математическая модель движения ЛА для имитационного оценивания состояния ОУ

Создание СкИАИУС требует существенного развития экспериментально-теоретических методов разработки ММ движения ЛА с целью повышения точности описания физических законов полета конкретного изделия. При этом повышается роль научно-инженерного сопровождения ММ в течение всего жизненного цикла ЛА. Электронные ММ полета должны стать объектом архивирования и паспортизации. Электронный банк данных ММ должен пополняться при необходимости корректировки модели для конкретного эксплуатационного режима ЛА. Расширение задач совершенствования тактико-технических характеристик ЛА требует качественного повышения точности имитации управляемого движения ЛА в процессе эксплуатации по отношению к точности моделей, применяемых для динамической оптимизации САУЛА. Методология создания ММ движения ЛА изложена в [32].

Основные теоремы динамики твердого тела определяют математические описания законов поступательного и сферического движений ЛА для инерциальной системы отсчета:

$$d\mathbf{Q}/dt = \mathbf{\Phi} + \mathbf{G} \quad d\mathbf{K}/dt = \mathbf{M}. \quad (1)$$

$\mathbf{Q} = m(t)\mathbf{V}$ – импульс ЛА, где: $m(t)$ – масса ЛА, \mathbf{V} – вектор скорости ЦМ ЛА.

$\mathbf{K} = \mathbf{J}\boldsymbol{\omega} + \mathbf{K}_{pp}$ – момент импульса (кинетический момент) ЛА относительно ЦМ, где: \mathbf{J} – тензор инерции ЛА, $\boldsymbol{\omega} = [\omega_x, \omega_y, \omega_z]$ – вектор угловой скорости вращения ЛА, \mathbf{K}_{pp} – суммарный кинетический момент вращающихся элементов силовой установки ЛА.

Преобразование векторных уравнений в скалярную форму осуществляется в данной работе с использованием ССК. Составляющие результирующей силы в ССК имеют наименования: по оси OX – продольная сила, по оси OY – нормальная сила, по оси OZ – поперечная сила. Составляющие результирующего момента в ССК имеют наименования: по оси OX – момент крена, по оси OY – момент рыскания, по оси OZ – момент тангажа [33].

Правые части уравнений (1):

$\Phi = [\Phi_X, \Phi_Y, \Phi_Z]$ – главный вектор активных внешних сил; $G = [G_X, G_Y, G_Z]$ – вектор гравитационной силы. $G_X = -G \sin v$, $G_Y = -G \cos v \cos \gamma$, $G_Z = G \cos v \sin \gamma$. Здесь G – модуль гравитационной силы, v, γ – углы тангажа и крена ЛА, соответственно. $M = [M_X, M_Y, M_Z]$ – главный момент внешних сил относительно ЦМ. Для равенств (1) обычно применяют термины: «уравнение сил» и «уравнение моментов сил».

$$\Phi = P + F_A + F_\delta, \quad (2)$$

$P = [P_X, P_Y, P_Z]$ – сила тяги ДУ, главная компонента которой реактивная сила, определяемая уравнением Мещерского [34], а вторая компонента определяется избыточным давлением газов на срезе сопла реактивного двигателя; при расчетной ориентации тяги (вектор тяги параллелен оси OX ССК) $P_X = P$, $P_Y = 0$, $P_Z = 0$, где P – модуль вектора тяги. Ненулевые значения P_Y и/или P_Z обусловлены «перекосом» тяги. Компоненты вектора тяги при его нерасчетной ориентации определим соотношениями:

$$P_X = P(1 - 0,5\chi_Y^2)(1 - 0,5\chi_Z^2), P_Y = \chi_Y P, P_Z = \chi_Z P, \quad (2a)$$

где χ_Y, χ_Z – малые параметры, определяющие отклонение тяги от расчетного направления, которые подлежат идентификации в режиме МАО.

$F_A = [F_{AX}, F_{AY}, F_{AZ}]$ – вектор аэродинамической силы, обусловленный движением ЛА относительно воздушной среды, при нулевых отклонениях аэродинамических рулевых органов. Компоненты F_A : продольная, нормальная и поперечная силы, соответственно.

$$\begin{cases} F_{AX} = c_X(M, Re, \alpha, \beta)qS, \\ F_{AY} = c_Y(M, Re, \alpha)qS, \\ F_{AZ} = c_Z(M, Re, \beta)qS, \end{cases} \quad (2б)$$

где c_X, c_Y, c_Z – коэффициенты продольной, нормальной и поперечной сил, соответственно; S – площадь характерного сечения корпуса ЛА.

$F_\delta = [F_{\delta X}, F_{\delta Y}, F_{\delta Z}]$ – вектор аэродинамической силы, создаваемой аэродинамическими рулевыми органами. Здесь $F_{\delta X}$ – дополнительная продольная сила, обусловленная возрастанием аэродинамического сопротивления ЛА при отклонениях элеронов δ_ε , рулей высоты δ_B и направления δ_H ; $F_{\delta Y}, F_{\delta Z}$ – рулевые составляющие нормальной и поперечной сил, обусловленные отклонением рулей высоты и направления соответственно.

Дополнительную составляющую продольной аэродинамической силы определим соотношением

$$F_{\delta X} = \bar{\Delta}(\delta_\varepsilon, \delta_B, \delta_H)F_{AX}, \quad (2в)$$

где $\bar{\Delta}(\delta_\varepsilon, \delta_B, \delta_H)$ – относительное приращение продольной аэродинамической силы за счет отклонения рулевых органов.

$$F_{\delta Y} = C_{\Gamma_0}^{\delta_B}(M, Re) \delta_B S_{\Gamma_0} k_{\Gamma_0} n_B q, \quad F_{\delta Z} = C_{\text{BO}}^{\delta_H}(M, Re) \delta_H S_{\text{BO}} k_{\text{BO}} n_H q, \quad (2г)$$

где $C_{\Gamma_0}^{\delta_B} = \frac{\partial C_{\Gamma_0}}{\partial \delta_B}$, $C_{\text{BO}}^{\delta_H} = \frac{\partial C_{\text{BO}}}{\partial \delta_H}$ – частные производные коэффициента

нормальной силы горизонтального оперения по углу отклонения руля высоты и коэффициента поперечной силы вертикального оперения по углу отклонения руля направления;

$k_{\Gamma_0}, k_{\text{BO}}$ – коэффициенты торможения потока в области горизонтального и вертикального оперения, соответственно;

$$n_B = \sqrt{\frac{S_B}{S_{\Gamma_0}}}, \quad n_H = \sqrt{\frac{S_H}{S_{\text{BO}}}}. \quad \text{Здесь } S_B, S_H \text{ – площадь руля высоты и}$$

направления, соответственно; $S_{\Gamma_0}, S_{\text{BO}}$ – площадь горизонтального и вертикального оперения, соответственно;

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}_R + \mathbf{M}_A + \mathbf{M}_D + \mathbf{M}_\delta \quad (3)$$

$\mathbf{M}_R = [M_{RX}, M_{RY}, M_{RZ}]$ – момент силы тяги, обусловленный её эксцентриситетом относительно центра масс, на оси связанной системы координат;

$$M_{RX} = \ell_Z P_Y + \ell_Y P_Z, M_{RY} = \ell_Z P_X, M_{RZ} = \ell_Y P_X, \quad (3a)$$

где ℓ_Y и ℓ_Z – компоненты смещения от продольной оси ЛА составляющей тяги, коллинеарной указанной оси, которые подлежат идентификации в режиме МАО. $\mathbf{M}_A = [M_{AX}, M_{AY}, M_{AZ}]$ – момент аэродинамических сил, зависящий от положения продольной оси ЛА относительно вектора воздушной скорости (углов атаки α и скольжения β).

$$\left. \begin{aligned} M_{AX} &= m_X(M, Re, \alpha, \beta)qSl, \\ M_{AY} &= m_X(M, Re, \beta)qSl, \\ M_{AZ} &= m_Z(M, Re, \alpha)qSl, \end{aligned} \right\} \quad (3б)$$

где m_X, m_Y, m_Z – коэффициенты аэродинамических моментов ЛА при нулевых отклонениях рулевых органов, l – характерный размер конструкции ЛА.

$\mathbf{M}_D = [M_{DX}, M_{DY}, M_{DZ}]$ – демпфирующий аэродинамический момент.

$$\left. \begin{aligned} M_{DX} &= m_{\bar{\omega}_X} \bar{\omega}_X qS \frac{l^2}{V_B}, \\ M_{DY} &= m_{\bar{\omega}_Y} \bar{\omega}_Y qS \frac{l^2}{V_B}, \\ M_{DZ} &= m_{\bar{\omega}_Z} \bar{\omega}_Z qS \frac{l^2}{V_B}, \end{aligned} \right\} \quad (3в)$$

где $\bar{\omega}_X = \frac{\omega_X l}{V_B}, \quad \bar{\omega}_Y = \frac{\omega_Y l}{V_B}, \quad \bar{\omega}_Z = \frac{\omega_Z l}{V_B}.$

$\mathbf{M}_\delta = [M_{\delta X}, M_{\delta Y}, M_{\delta Z}]$ – момент, создаваемый рулевыми органами.

$$M_{\delta X} = m_X^{\delta_3} (M, \alpha)qSl, \quad M_{\delta Y} = F_{\delta Z} l_{\delta 0}, \quad M_{\delta Z} = F_{\delta Z} l_{\delta 0}, \quad (3г)$$

где $m_X^{\delta_3}$ – коэффициент эффективности элеронов; $l_{\delta 0}, l_{\delta 0}$ – плечи вертикального и горизонтального оперения, равные длинам проекций на продольную ось ЛА отрезков, соединяющих центр масс ЛА и центры давления вертикального и горизонтального оперения.

Уравнение сил представим в виде:

$$m(t) \frac{dV}{dt} = \Phi + G, \quad (4)$$

Используя оператор локальной производной $\frac{\tilde{d}}{dt}$ уравнение (4) для вращающейся системы отсчета представим в виде:

$$m(t)\left(\frac{\tilde{d}\mathbf{V}}{dt} + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{V}\right) = \Phi + \mathbf{G}, \quad (5)$$

а исходное уравнение моментов (1) в виде [35]:

$$\mathbf{J} \frac{\tilde{d}\boldsymbol{\omega}}{dt} + \boldsymbol{\omega} \times (\mathbf{J}\boldsymbol{\omega} + \mathbf{K}_{PP}) = \mathbf{M} \quad (6)$$

Для получения скалярных уравнений, соответствующих (5) и (6) применяется ССК XYZ с началом в ЦМ ЛА. Для изложения новой системной методологии целесообразно использовать достаточно точные, но минимально громоздкие модели движения ЛА. Поэтому на данном этапе целесообразно рассматривать осесимметричный ЛА, у которого расчетное направление тяги соответствует направлению оси симметрии ЛА. При этом координатные оси ССК соответствуют главным осям инерции ЛА, а тензор инерции ЛА – диагональная матрица $\mathbf{J} = \text{diag}\{J_X, J_Y, J_Z\}$, ненулевые элементы которой суть главные моменты инерции, совпадающие с осевыми моментами инерции относительно главных осей. Уравнения (5) и (6) в компонентной форме:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dV_X}{dt} + w_Y V_Z - w_Z V_Y &= a_X + g_X, \\ \frac{dV_Y}{dt} + w_Z V_X - w_X V_Z &= a_Y + g_Y, \\ \frac{dV_Z}{dt} + w_X V_Y - w_Y V_X &= a_Z + g_Z. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{dw_X}{dt} + \frac{(J_Z - J_Y)}{J_X} w_Z w_Y &= e_X, \\ \frac{dw_Y}{dt} + \frac{(J_X - J_Z)}{J_Y} w_X w_Z + w_Z \frac{K_{PP}}{J_Y} &= e_Y, \\ \frac{dw_Z}{dt} + \frac{(J_Y - J_X)}{J_Z} w_Y w_X - w_Y \frac{K_{PP}}{J_Z} &= e_Z, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Локальная производная вектора учитывает его изменения при фиксированном положении подвижной системы отсчета. Поэтому знаки локальной производной для ее проекций на оси подвижной системы опускаются [36].

В уравнения (7) и (8) входят только кинематические параметры движения.

$$\mathbf{a} = \frac{(\mathbf{P} + \mathbf{F}_A + \mathbf{F}_\delta)}{m(t)} = [a_X, a_Y, a_Z] - \text{вектор кажущегося ускорения};$$

$\mathbf{g} = \mathbf{G}/m(t) = [-g \sin \nu, -g \cos \nu \cos \gamma, g \cos \nu \sin \gamma]$ – вектор гравитационного ускорения, где

$g = G/m(t)$; $\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{J}^{-1} \mathbf{M} = [\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z]$ – вектор абсолютного углового ускорения.

$$\varepsilon_X = J_X^{-1} M_X, \quad \varepsilon_Y = J_Y^{-1} M_Y, \quad \varepsilon_Z = J_Z^{-1} M_Z.$$

Измерение составляющих кажущегося ускорения \mathbf{a} необходимо для реализации счисления координат и компонент скорости ЛА. Измерение составляющих вектора абсолютного углового ускорения $\boldsymbol{\varepsilon}$, при наличии измерителей составляющих вектора абсолютной угловой скорости $\boldsymbol{\omega}$, не является функционально необходимым для счисления параметров ориентации и навигации ЛА. Избыточное для задач, решаемых БИНС, измерение компонент $\boldsymbol{\varepsilon}$ открывает дополнительные возможности для динамической оптимизации системы автопилотирования, а также, как будет показано ниже, для идентификации модели движения ЛА.

Уравнения (5) и (6) с использованием матричного эквивалента векторного произведения преобразуются к виду (9) и (10), соответственно. Системы уравнений (8) и (10) соответствуют формулам счисления величин ω_X, ω_Y и ω_Z в безгироскопных инерциальных навигационных системах.

$$\begin{bmatrix} \frac{dV_X}{dt} \\ \frac{dV_Y}{dt} \\ \frac{dV_Z}{dt} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & 0 & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_X \\ a_Y \\ a_Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_X \\ g_Y \\ g_Z \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{d\omega_X}{dt} \\ \frac{d\omega_Y}{dt} \\ \frac{d\omega_Z}{dt} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & 0 & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_X J_X \\ \omega_Y J_Y \\ \omega_Z J_Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_X^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & J_Y^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & J_Z^{-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega_Z \frac{K_{PP}}{J_Z} \\ -\omega_Y \frac{K_{PP}}{J_Z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_X \\ \varepsilon_Y \\ \varepsilon_Z \end{bmatrix} \quad (10)$$

В системы уравнений (9) и (10) входит кососимметрическая матрица $[\boldsymbol{\omega} \times]$, связанная с порождающим ее вектором правилом Леви-Чивита [37]:

$$[\boldsymbol{\omega} \times] = \begin{bmatrix} 0 & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & 0 & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & 0 \end{bmatrix}.$$

Матрица перехода между вращающейся и инерциальной прямоугольными системами координат определяется матричным дифференциальным уравнением Пуассона: $\frac{dC}{dt} = C[\omega \times]$. Это уравнение составляет математическую базу для формирования алгоритма определения параметров угловой ориентации ЛА. Поэтому при разработке алгоритмического комплекса ИУС ЛА, включающего в себя модель движения ЛА, целесообразно использовать уравнения движения ЛА вида (9) и (10).

Характер изменения массы и моментов инерции ЛА определяется через характеристики расходов топлива и программу очередности его выработки [38].

$$\frac{dm}{dt} = \dot{m} = \dot{G}_T = c_{уд}P, \quad m(t) = m_0 + \int_0^t \dot{G}_T dt, \quad \mathbf{J} = \mathbf{J}(m), \quad (11)$$

где \dot{G}_T – расход топлива, $c_{уд}$ – удельный расход топлива, P – модуль вектора тяги.

Согласно принципам моделирования газотурбинных двигателей [39, 40], основные характеристики ДУ (P и $c_{уд}$) определяются ВСДХ. Функциональные зависимости для основных характеристик ДУ имеют вид [41]:

$$P = f_p(U, H, \sigma), \quad c_{уд} = f_c(U, H, \sigma), \quad (12)$$

где σ – параметр состояния двигателя, однозначно связанный с тягой; выбирается, как правило, приведенная частота вращения ротора турбокомпрессора $\tilde{n}_{ТК}$ или степень повышения давления $\pi^* = \frac{p_K^*}{p_H^*}$, где p_K^* – полное давление в выходном сечении компрессора.

Управляющее воздействие – положение задатчика режима управления двигателем $\alpha_{руд}$, которое будем рассматривать как точно измеряемый управляющий параметр, однозначно определяющий положение дозатора топлива и его расход $\dot{G}_T = \dot{G}_T(\alpha_{руд})$. Задающее воздействие $\alpha_{руд}$ может содержать команды, формируемые независимо друг от друга разными контурами управления режимом и ограничения режима. С учетом (12) расход топлива представим в виде:

$$\dot{G}_T = f_P(U_d, H_d, \sigma_d) \times f_C(U_d, H_d, \sigma_d) + \Delta G_{TU}, \quad (13)$$

где индексом «*d*» обозначены измеряемые параметры полета и состояния силовой установки, ΔG_{TU} – составляющая расхода топлива, определяемая регулятором воздушной скорости ЛА. Преобразуем (13) в закон управления вида:

$$\alpha_{руд} = \hat{\alpha}_{руд}(U_d, H_d, \sigma_d) + \delta_\sigma, \quad \delta_\sigma = A_\sigma \{(\sigma_d - \sigma_{ЗАД})\}. \quad (14)$$

Здесь $\hat{\alpha}_{руд}$ – компонента управления, соответствующая первому слагаемому (13) (текущему режиму работы двигателя), определяемому ВСДХ. Сигнал управления $\hat{\alpha}_{руд}$ предназначен для реализации тяги, обеспечивающей установившийся полет с текущей воздушной скоростью, включая стационарные режимы набора высоты и снижения ЛА. $A_\sigma\{\cdot\}$ – оператор закона регулирования параметра тяги, который, как правило, соответствует пропорционально–интегрально–дифференциальной (ПИД) структуре регулятора.

$\sigma_{ЗАД}$ определяется алгоритмом управления скоростью движения ЛА, который должен учитывать соответствующую методологию комплексирования инерциальных и аэрометрических измерений [15, 17].

4.2 Алгоритмизация БИНС

В разрабатываемой интегральной технологии синтеза ИАИУС в ее состав в качестве информационной подсистемы входит БИНС. Алгоритмическая часть настраиваемой модели для идентификации ошибок датчиков ИИБ БИНС должна полностью соответствовать составу измерений и штатным алгоритмам БИНС.

Одна из главных задач реализации навигационных определений – пересчеты проекций вектора на оси ССК в проекции на оси сопровождающих трехгранников с началом в ЦМ и обратно. Одна из осей сопровождающего трехгранника – вертикаль места ЛА. Формирование матрицы перехода от связанного к навигационному трехграннику – основное содержание задачи определения параметров угловой ориентации ЛА. При известных элементах этой матрицы углы ориентации ЛА (углы Эйлера-Крылова) определяются однозначно [37].

Матрица перехода между двумя неинерциальными прямоугольными системами координат определяется в результате интегрирования обобщенного матричного дифференциального уравнения Пуассона:

$$\frac{dC}{dt} = C[\omega_1 \times] - [\omega_2 \times]C \quad (15)$$

В (15) кососимметрические матрицы формируются из проекций векторов абсолютной угловой скорости трехгранников на их собственные оси.

В [18] рассматриваются следующие сопровождающие трехгранники с различными типами вертикалей: географический ENH, опорный $\xi\eta\zeta$ и нормальный (по ГОСТ 20058-80) $X_g Y_g Z_g$. Опорные трехгранники, как правило, отображают идеальное положение физически существующей платформы с установленной на ней триадой акселерометров, а отличительный признак типа трехгранника связан со способом управления азимутальной ориентацией платформы. Нормальный трехгранник отличается от опорного трехгранника номером вертикальной оси. В бесплатформенной навигации целесообразно применять трехгранники, ориентация которых соответствует НСК в околоземном пространстве: географической и/или ортодромической. Направление вертикали места ЛА зависит от принятой для навигации аппроксимации геоида. Существуют условия функционирования ИСУ, в которых допустима аппроксимация земной поверхности плоскостью и применение навигационной системы координат с постоянным вдоль траектории ЛА направлением вертикали (условно ортодромическая или стартовая) [36].

Будем использовать навигационные сопровождающие трехгранники, соответствующие вариантам нормальной системы координат по ГОСТ 20058-80 с осью X_g , направленной на север, вертикальной осью OY_g и третьей осью OZ_g , дополняющей трехгранник до правого и направленной на восток. Проекция вектора абсолютной угловой скорости трехгранника на его оси:

$$\Omega_N = \left(U + \frac{d\lambda}{dt} \right) \cos \varphi, \quad \Omega_H = \left(U + \frac{d\lambda}{dt} \right) \sin \varphi, \quad \Omega_E = -\frac{d\varphi}{dt},$$

где U – угловая скорость суточного вращения Земли; λ , φ – долгота и широта места ЛА. $\frac{d\lambda}{dt} = \frac{V_E}{R_E \cos \varphi} - U$, $\frac{d\varphi}{dt} = \frac{V_N}{R_N}$, где V_N , V_E – северная и восточная составляющие абсолютной скорости полета ЛА; R_N , R_E – радиусы кривизны нормальных сечений поверхностей положения в направлениях N и E [18].

В работе [42], подробно представлены формулы счисления координат положения подвижного объекта в глобальных системах отсчета, связанных с Землей. Для поверхностей положения применен термин «*h*-эллипсоиды».

Уравнение (15) для матрицы перехода от связанного к географическому трехграннику C_C^Γ в развернутом виде:

$$\begin{bmatrix} \dot{c}_{xx} & \dot{c}_{xy} & \dot{c}_{xz} \\ \dot{c}_{yx} & \dot{c}_{yy} & \dot{c}_{yz} \\ \dot{c}_{zx} & \dot{c}_{zy} & \dot{c}_{zz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{xx} & c_{xy} & c_{xz} \\ c_{yx} & c_{yy} & c_{yz} \\ c_{zx} & c_{zy} & c_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & 0 & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & \Omega_E & -\Omega_H \\ -\Omega_E & 0 & \Omega_N \\ \Omega_H & -\Omega_N & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{xx} & c_{xy} & c_{xz} \\ c_{yx} & c_{yy} & c_{yz} \\ c_{zx} & c_{zy} & c_{zz} \end{bmatrix} \quad (15a)$$

Углы рыскания, тангажа и крена определяются соотношениями [33]:

$$\psi = \arctg \frac{-c_{zx}}{c_{xx}}, \quad \vartheta = \arcsin c_{yx}, \quad \gamma = \arctg \frac{-c_{yz}}{c_{yy}}.$$

Навигационное наведение ЛА требует маневра вектором скорости с целью вывода ЦМ ЛА на ЛЗН. Алгоритмы управления таким маневром с непосредственным использованием навигационных элементов, счисляемых в глобальных системах отсчета, перегружены расчетами кинематических связей, которые затеяют задачу формирования требуемых кинематических траекторий движения ЛА. Целесообразно реализовать счисление навигационных элементов в системе координат, определяемой целью управления, в которой осуществляется навигационное наведение ЛА. Это, как правило, локальные системы отсчета. Задачи автономного навигационного наведения ЛА – выдерживание заданного маршрута (наведение по линии пути), вертикального профиля полета (вертикальное наведение) и скоростного режима полета. Для современных автоматически управляемых ЛА применяется этапноортодромическая ЛЗП из отрезков частных ортодромий (ортодромий этапа маршрута), соединяющих характерные точки маршрута с известными географическими координатами: исходный, промежуточные и конечный пункты маршрута (ИПМ, ППМ и КПМ). Для счисления навигационных элементов в частноортодромических системах координат допустимо использование сферической модели Земли. Это связано не только с ограниченностью пространственной протяженности

частных ортодромий, но и с малыми уклонениями ЛА от ЛЗП в процессе управляемого полета.

Введем сопровождающий трехгранник $X_0Y_0Z_0$, соответствующий ортодромической координатной сетке [42]. Ось X_0 трехгранника направлена по касательной к ортодромической параллели в сторону движения (условный восток), ось Y_0 – по нормали к сфере вверх, ось Z_0 – по касательной к ортодромическому меридиану к северному полюсу ортодромии. Формулы счисления для ортодромических координат:

$$\frac{d\Lambda}{dt} = \frac{v_{X0}}{R \cos \Psi}, \quad \frac{dH_g}{dt} = v_{Y0}, \quad \frac{d\Psi}{dt} = \frac{v_{Z0}}{R}, \quad (16)$$

где Λ, Ψ – ортодромические долгота и широта, H_g – геометрическая высота полета ЛА, v_{X0}, v_{Y0}, v_{Z0} – компоненты скорости полета ЛА относительно Земли.

$R = R_0 + H_g$, где R_0 – радиус сферы, аппроксимирующей земной сфероид.

$v_{X0} = V_{X0} - RU \cos \varphi \cos \xi$, $v_{Z0} = V_{Z0} - RU \cos \varphi \cos \xi$, где V_{X0}, V_{Z0} – компоненты вектора абсолютной скорости, ξ – угол схождения географического и ортодромического меридианов – функция ортодромических координат и широты северного полюса ортодромии П [42]. $ctg \xi = \frac{\sin \varphi_{\Pi} \cos \Psi - \cos \varphi_{\Pi} \sin \Psi \sin \Lambda}{- \cos \varphi_{\Pi} \cos \Lambda}$.

Абсолютная угловая скорость сопровождающего ортодромического трехгранника в проекциях на его оси:

$$\omega_{X0} = -\frac{V_{Z0}}{R}, \quad \omega_{Y0} = U \sin \varphi + \frac{v_{X0}}{R} tg \Psi = U \cos \varphi_{\Pi} \frac{\sin \Lambda}{\cos \Psi} + \frac{V_{X0}}{R} tg \Psi, \quad \omega_{Z0} = \frac{V_{X0}}{R}. \quad (17)$$

Ортодромические координаты в метрических единицах длины:

- путевая дальность $L = \Lambda R$,
- боковое уклонение от плоскости ортодромии $Z_0 = \Psi R$.

При реализации контура автоматической стабилизации ЦМ ЛА в плоскостях частных ортодромий счисляемые значения ортодромической широты незначительны даже в режиме перехода на ортодромию следующего этапа полета. Формулы счисления упрощаются с учетом приближенных равенств: $\cos \Psi \simeq 1$, $\sin \Psi \simeq \Psi$, $tg \Psi \simeq \Psi$. Заменим

первое и третье уравнения системы (16) уравнениями счисления путевой дальности и бокового уклонения:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= V_{XO} - RU \cos \varphi \cos \xi, \\ \frac{dh}{dt} &= V_{YO}, \\ \frac{dZ_O}{dt} &= V_{ZO} - RU \cos \varphi \cos \xi. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

где $ctg \xi = \left(\frac{Z_O}{R}\right) tg \left(\frac{L}{R}\right) - \frac{tg \varphi_{\Pi}}{\cos \left(\frac{L}{R}\right)}$. Уравнения (17) с учетом (18) принимают

$$\text{вид: } \omega_{XO} = -\frac{V_{ZO}}{R}, \quad \omega_{YO} = U \cos \varphi_{\Pi} \sin \left(\frac{L}{R}\right) + \frac{(V_{XO}Z_O)}{R^2}, \quad \omega_{ZO} = \frac{V_{XO}}{R}.$$

Уравнение (15) для матрицы перехода от связанного к ортодромическому трехграннику C_C^0 в развернутом виде:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{c}_{xx} & \dot{c}_{xy} & \dot{c}_{xz} \\ \dot{c}_{yx} & \dot{c}_{yy} & \dot{c}_{yz} \\ \dot{c}_{zx} & \dot{c}_{zy} & \dot{c}_{zz} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_{xx} & c_{xy} & c_{xz} \\ c_{yx} & c_{yy} & c_{yz} \\ c_{zx} & c_{zy} & c_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 0 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 0 \end{bmatrix} - \\ \begin{bmatrix} 0 & \omega_{ZO} & -\omega_{YO} \\ -\omega_{ZO} & 0 & \omega_{XO} \\ \omega_{YO} & -\omega_{XO} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{xx} & c_{xy} & c_{xz} \\ c_{yx} & c_{yy} & c_{yz} \\ c_{zx} & c_{zy} & c_{zz} \end{bmatrix} & \quad (156) \end{aligned}$$

Один из вопросов методологии счисления навигационных элементов: в какой системе координат реализовать интегрирование вектора ускорения, вычисляемого по измеряемому вектору кажущегося ускорения? В структуре классического алгоритма БИНС для счисления путевой скорости ЛА вектор кажущегося ускорения проецируется на оси географического сопровождающего трехгранника [43]. В [18] представлен вариант отдельного интегрирования измеряемого кажущегося и расчетного гравитационного ускорений:

$$\frac{dV^{\text{каж}}}{dt} = \mathbf{a} - \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{V}^{\text{каж}}, \quad (19a)$$

$$\frac{dV^{\text{св}}}{dt} = -\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{V}^{\text{св}} + \mathbf{g}, \quad (196)$$

где $\mathbf{V}^{\text{каж}}$ – вектор кажущейся скорости – результат действия негравитационных сил, $\mathbf{V}^{\text{св}}$ – вектор скорости свободного движения – результат действия только силы тяготения.

Уравнение (19а) интегрируется в осях связанного трехгранника, уравнение (19б) – в осях географического трехгранника. Вектор абсолютной линейной скорости $V = V^{\text{каж}} + V^{\text{св}}$.

4.3 Структура системы идентификации неопределенных параметров процесса управления

Согласно общей теории МАО (см. рис. 4), автономная коррекция ошибок измерений обеспечивается совместной идентификацией векторов неопределенных параметров возмущений и измерений. При этом предполагается единая системы инерциальных датчиков (ИИБ) БИНС и автопилота.

Для формирования оценок вектора состояния ОУ, инвариантных к погрешностям измерений вектора выхода ОУ, достаточно детерминированной ММ движения ОУ с точно измеряемым вектором управляющего воздействия (см. рис. 5).

Наличие точно измеряемого входа ОУ обеспечивается за счет применения цифрового управления положением рулевых органов ЛА. Точно измеряемые компоненты управляющего воздействия – вычисленные значения заданных положений рулевых органов. При этом модели исполнительных механизмов с неопределенными параметрами вводятся в структуру идентифицируемой модели ОУ.

Уравнение движения руля представим в виде:

$$J_{\delta} \varepsilon_{\delta} = M_{\text{ПР}} + M_{\text{Ш}}, \quad \frac{d\omega_{\delta}}{dt} = \varepsilon_{\delta}, \quad \frac{d\delta}{dt} = \omega_{\delta}, \quad (20)$$

где ε_{δ} , ω_{δ} – угловое ускорение и угловая скорость вращения руля высоты; J_{δ} – момент инерции руля высоты и всех подвижных частей привода руля (включая элементы системы механической передачи), приведенный к оси вращения руля; $M_{\text{ПР}}$ – момент, создаваемый приводом руля; $M_{\text{Ш}}$ – шарнирный момент.

$$M_{\text{Ш}} = m_{\text{Ш}}(M, Re, \delta, \omega_{\delta}, \alpha) S_p b_p k_p q, \quad (20a)$$

где $m_{\text{Ш}}$ – коэффициент шарнирного момента, S_p, b_p – площадь и средняя аэродинамическая хорда руля, k_p – коэффициент торможения потока в области руля.

Момент привода руля определяется законом регулирования servosистемы:

$$M_{\text{пр}} = A_{\delta}\{(\delta_{\text{зад}} - \delta_d)\}, \quad (206)$$

где $A_{\delta}\{\cdot\}$ – оператор закона регулирования положением руля, $\delta_{\text{зад}}, \delta_d$ – заданное и измеренное значение положения руля.

Автономная идентификация ММ движения ОУ базируется на инвариантности сигналов ошибок в контурах САУЛА по отношению к низкочастотным погрешностям датчиков обратных связей.

4.3.1 Структура системы автономной ретроспективной идентификации ММ движения ЛА в режиме МАО

Функциональная схема системы автономной параметрической идентификации ММ движения ЛА в режиме МАО с имитацией системы автоматической стабилизации нормальных или поперечных ускорений представлена на рис. 7.

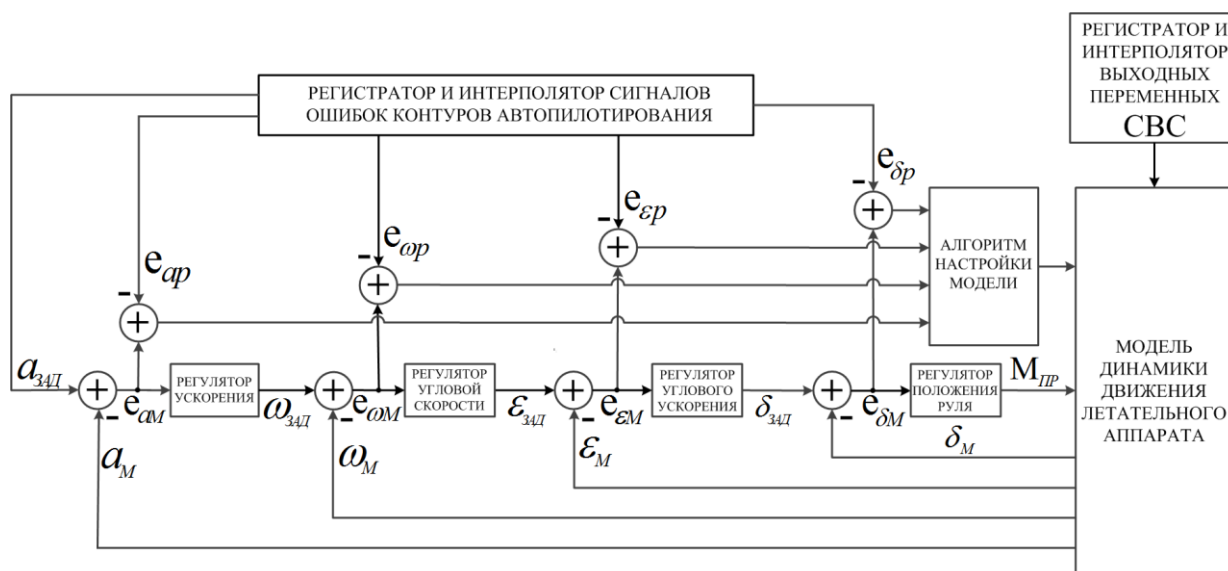


Рис. 7 Функциональная схема системы автономной параметрической идентификации ММ движения ЛА в режиме МАО в контурах стабилизации нормального или поперечного ускорений

Функциональная схема системы автономной параметрической идентификации ММ вращения ЛА вокруг продольной оси в режиме МАО с имитацией системы автоматической стабилизации крена представлена на рис. 8.

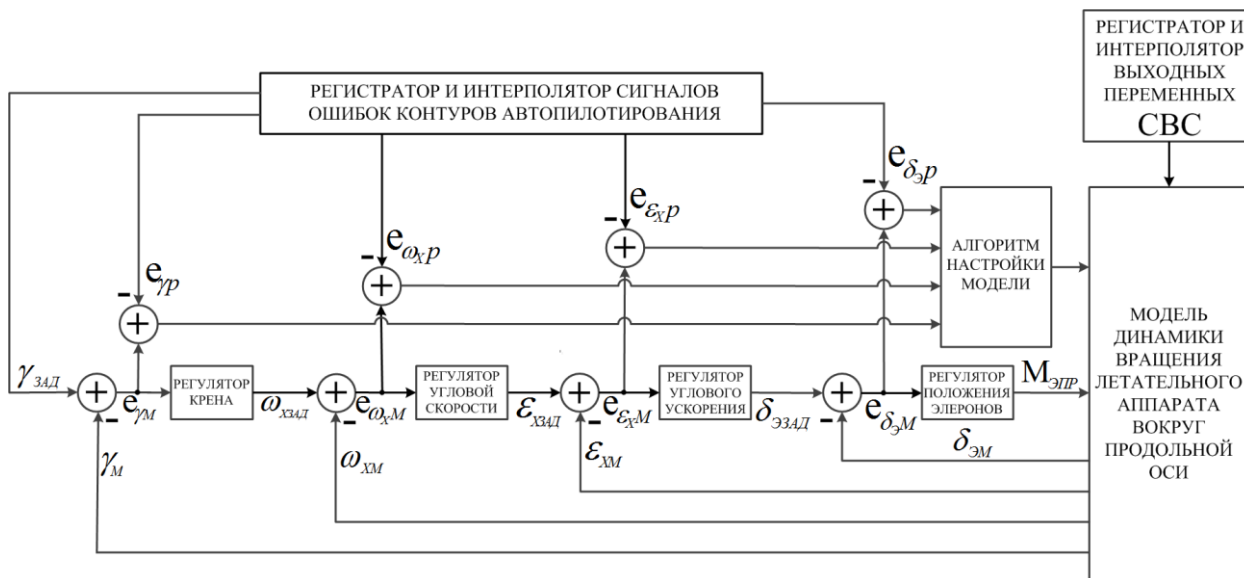


Рис. 8 Функциональная схема системы автономной параметрической идентификации ММ вращения ЛА по крену в режиме МАО

Идентификация ММ движения ЛА, представленной в разделе 4.1, а также уравнениями (20) и (20а), осуществляется с использованием накопленного на интервале наблюдения массива данных, включающего в себя:

- сигналы ошибок контуров регулирования, которые реализованы в системе автопилотирования;
- выходные переменные СВС, которые используются для вычисления правых частей динамических уравнений движения ЛА.

Настройка параметров моделей, представленных на рис. 7 и 8 осуществляется в процессе поисковой процедуры минимизации интегральных критериев отличия моделируемых и зарегистрированных реальных сигналов ошибок регулирования. (Зарегистрированные и моделируемые сигналы ошибок обозначены на рисунках индексами «р» и «М», соответственно.)

Система комплексирования ДУУ и ДУС, представленной на рис. 9, где ϵ_d, ω_d – векторы измеренных значений углового ускорения и угловой скорости, $\hat{\epsilon}, \hat{\omega}$ – векторы оценок углового ускорения и угловой скорости, $f(\epsilon, \omega)$ – векторная функция, определяющая производную вектора ω в соответствии с модификацией системы динамических уравнений Эйлера вида (8), k_P, k_I – векторные коэффициенты пропорциональной и

интегральной составляющих сигнала коррекции измеренного вектора углового ускорения.

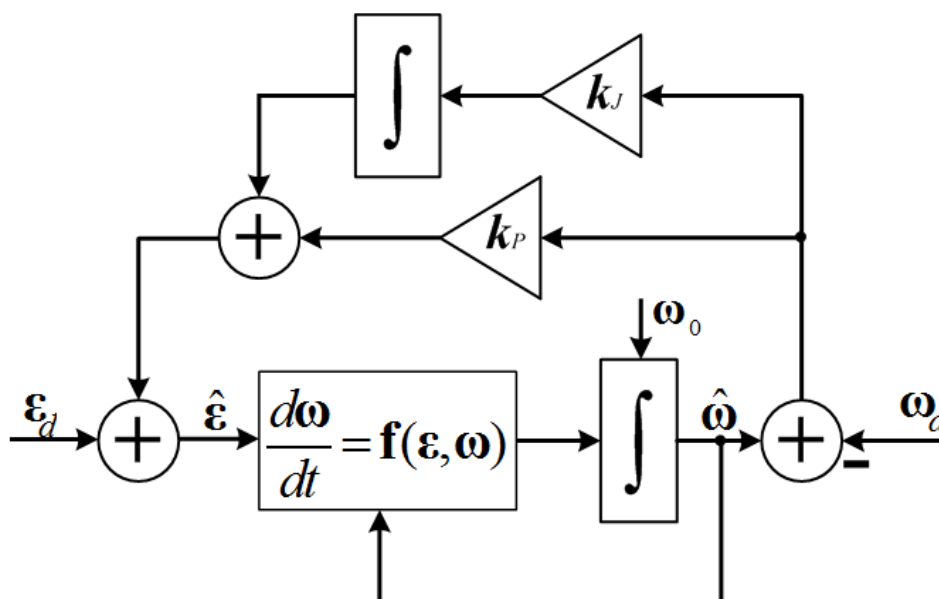


Рис. 9 Схема комплексирования измерений углового ускорения и угловой скорости.

В [13], [14] и [17] изложен метод повышения точности счисления путевой дальности ЛА в режиме МАО. В основу метода положена оценка эквивалентного возмущения, позволяющего повысить точность счисления за счет уточнения оценки действующей на ЛА продольной силы. Задача параметрической идентификации модели продольной силы, действующей на ЛА, разрешима за счет реализации контура стабилизации продольного ускорения и применения схемы идентификации, аналогичной представленной на рис. 7. При этом в качестве управляющего параметра применяется δ_σ (компонента $\alpha_{руд}$), а задающее воздействие по продольному кажущемуся ускорению определяется формулой: $a_{хзад} = A_V\{(V - V_{зад})\} + g \sin \vartheta_{зад}$, где $A_V\{\cdot\}$ – оператор регулятора скорости,

$\vartheta_{зад}$ – заданный угол тангажа в режиме набора высоты или снижения.

Идентифицированная ММ движения ЛА с моделью автопилота, позволяет получить оценки выходных переменных БИНС с применением ИМО, инвариантные к ошибкам измерений. Функциональная блок-схема системы, реализующей такое оценивание в режиме МАО, представлена на рис. 10.



Рис. 10 Функциональная блок-схема системы оценивания входных и выходных переменных БИНС в режиме МАО

На рис. 10 приняты следующие обозначения: $\mathbf{a}_{\text{зад}}, \gamma_{\text{зад}}$ – заданные значения вектора кажущегося ускорения и угла крена; $\mathbf{a}_M, \boldsymbol{\omega}_M$ – векторы кажущегося ускорения и угловой скорости на выходе идентифицированной ММ движения ЛА с автопилотом; $C_M, \dot{\mathbf{r}}_M, \mathbf{r}_M$ – оценки выходных переменных БИНС с применением ИМО, где C_M – оценка матрицы перехода от связанного к навигационному трехграннику; $\dot{\mathbf{r}}_M, \mathbf{r}_M$ – оценки векторов скорости и позиционных координат в НСК; $C_M(0), \dot{\mathbf{r}}_M(0), \mathbf{r}_M(0)$ – начальные значения интегрируемых переменных модели БИНС, которые соответствуют априорным значениям, вводимым в реальную БИНС.

4.3.2 Структура системы ретроспективной идентификации параметров погрешностей датчиков ИИБ

Параметрическая идентификация погрешностей БИНС осуществляется с использованием типовых структур моделей погрешностей [44]. Функциональная блок-схема системы параметрической идентификации погрешностей БИНС в режиме МАО представлена на рис. 11, где приняты следующие обозначения: $\mathbf{a}_{dM}, \boldsymbol{\omega}_{dM}$ – векторы кажущегося ускорения и угловой скорости на выходе модели измерений; $\mathbf{a}_d, \boldsymbol{\omega}_d$ – измеренные вектора кажущегося ускорения и угловой скорости на выходе ИИБ; \hat{C} – оценка матрица перехода от связанного к навигационному трехграннику на выходе реальной БИНС; $\hat{\mathbf{r}}, \hat{\mathbf{r}}$ – оценки векторов скорости и позиционных координат в НСК на выходе реальной БИНС; $\hat{C}_M, \hat{\mathbf{r}}_M, \hat{\mathbf{r}}_M$ – соответствующие выходы модели БИНС; $\Delta \boldsymbol{\theta}$ – вектор коррекции параметров модели ошибок измерений в цикле идентификации.

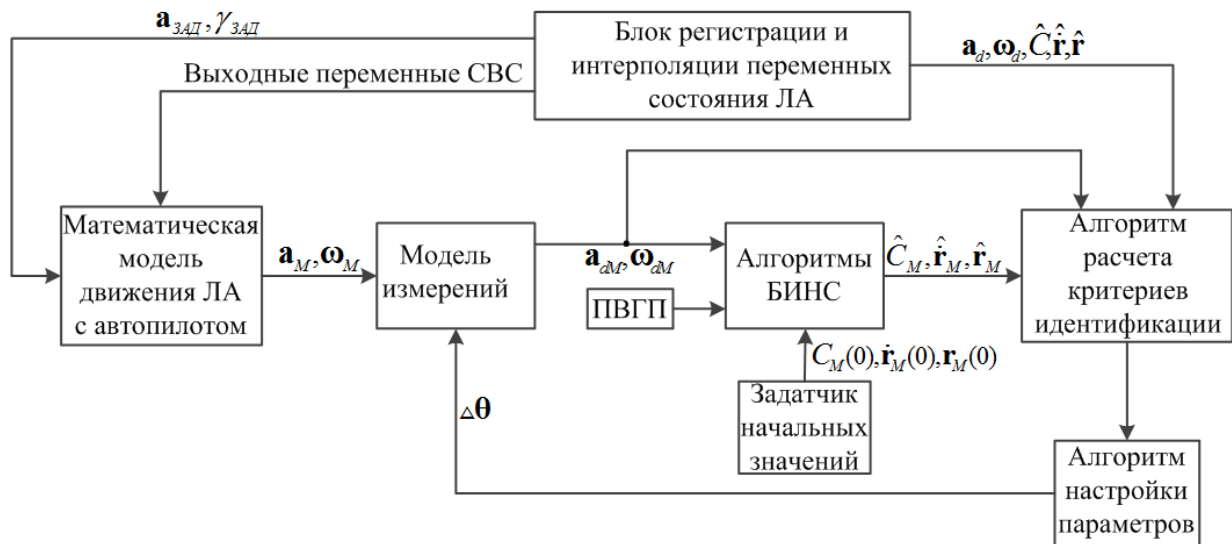


Рис. 11 Функциональная блок-схема системы параметрической идентификации погрешностей БИНС в режиме МАО

Для идентификации используется информационный массив измерений и выходных переменных БИНС, накопленный на интервале наблюдения.

На рис. 12 представлена функциональная блок-схема идентифицированной ММ реальной системы для контроля качества идентификации ММ движения ЛА и модели ошибок ИИБ.



Рис. 12 Функциональная блок-схема имитационной модели САУ

Реализация идентификационного процесса с применением систем, представленных в подразделах 4.3.1 и 4.3.2 позволяет перейти к режиму

ретроспективной идентификации на скользящем интервале наблюдения с использованием рекурсивных процедур. Все выходные переменные блоков регистрации и интерполяции, которые представлены на рисунках 7 – 12, можно рассматривать как зафиксированные в запоминающем устройстве регистратора функции времени с областью определения, соответствующей интервалу времени наблюдения. Значения этих функций могут быть привязаны к соответствующему моменту модельного времени.

Реализация режима MAO требует больших объемов практически мгновенных вычислений, обеспечивающих применение поисковых режимов идентификации множества неопределенных параметров многомерных процессов автоматического управления динамическим объектом. Современная концепция решения проблемы – применение методов вычислительного интеллекта, основанного на машинном обучении вычислительных архитектур, состоящих из каскадного множества нелинейных преобразований [45].

Заключение

Предложена технология синтеза автономной информационно-управляющей системы летательного аппарата (ЛА), определяющая подходы к реализации новой методологии обработки информации – мгновенного апостериорного оценивания переменных состояния процессов навигации и ориентации ЛА с самокоррекцией ошибок измерений. Эта технология по существу отражает интеграцию методов теории автоматического управления и теоретической механики. Показана необходимость комплексного решения по выбору состава измерителей и оптимизации алгоритмической структуры информационно-управляющей системы.

Литература

1. Прангишвили И.В., Лотоцкий В.А., Гинсберг К.С., Смолянинов В.В. Идентификация систем и задачи управления: на пути к современным системным методологиям // «Проблемы управления», 2004, выпуск 4, С. 2 – 15.
2. Кикин И.С. Метод повышения точности оценивания параметров состояния подвижного объекта управления // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2019. № 5. С. 10 – 20.

3. Кикин И.С. Концепция конструирования системы автоматического управления подвижным объектом с оцениванием ошибок измерения вектора выхода объекта. // Навигация и управление летательными аппаратами. 2019.

№ 25 (2). Изд. КРЭТ МИЭА. С. 50 – 69.

4. Кикин И.С. Имитационный метод апостериорного оценивания состояния управляемого объекта. // Навигация и управление летательными аппаратами. Изд. КРЭТ МИЭА. 2020, №31(4). С. 46 – 70.

5. Кикин И.С. Принцип автономной коррекции информационно-управляющих систем с накоплением ошибок измерений // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2020. № 11. С. 28 – 43.

6. Кикин И.С. Метод информационного обеспечения автоматического управления динамическим объектом // Тенденции развития науки и образования. 2020 г. №68, Часть 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал». С. 25 – 31.

7. Кикин И.С. Перспективная информационная технология обработки данных для систем автоматического управления // Norwegian Journal of development of the International Science. 2021. №53. С. 48-53.

8. Кикин И.С. Алгоритмический метод автономной коррекции погрешностей измерений в системах автоматического управления и регулирования // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2021. № 9. С. 10 - 20.

9. Кикин И.С. Системная организация процесса автоматического управления с компенсацией воздействия ошибок измерений // German International Journal of Modern Science. 2021. №20. С. 59 – 63.

10. Кикин И.С. Оценивание ошибок измерений в одноканальной системе управления угловым положением платформы на базе датчика угловой скорости. // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2019, №10. С. 32 – 43.

11. Кикин И.С. Применение принципа мгновенного апостериорного оценивания для одноканальной системы угловой ориентации платформы на базе датчика угловой скорости. // Изд. КРЭТ МИЭА. Навигация и управление летательными аппаратами. 2019, №26(3). С. 46 – 66.

12. Кикин И.С. Идентификация факторов неопределенности условий функционирования одноканальной системы угловой ориентации. // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2020, №1. С. 3 – 10.

13. Кикин И.С. Применение метода мгновенного апостериорного оценивания для повышения точности счисления пути самолета. // Изд. КРЭТ МИЭА. Навигация и управление летательными аппаратами. 2019, №27(4). С. 16 – 30.

14. Кикин И.С. Оптимизация точности счисления длины пути самолета в режиме мгновенного апостериорного оценивания. // Изд. КРЭТ МИЭА. Навигация и управление летательными аппаратами. 2020, №29(2). С. 28 – 42.

15. Кикин И.С. Счисление путевой дальности самолета с использованием режима мгновенного апостериорного оценивания. // Universum: технические науки. Электронн. научн. журн. 2021, 9(90).

16. Кикин И.С. Автономная коррекция одноканальной системы инерциального управления. // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2020, №11. С. 3 – 12.

17. Кикин И.С. Комплексование инерциальной системы управления путевой скоростью самолета и системы воздушных сигналов. // Изд. КРЭТ МИЭА. Навигация и управление летательными аппаратами. 2020, №30(3). С. 1 – 18.

18. Навигация летательных аппаратов в околоземном пространстве /Августов Л.И., Бабиченко А.В., Орехов М.И. [и др.] ; ред. Джанджгава Г.И. – М.: Научтехлитиздат, 2015. - 589 с.

19. Каперко А.Ф., Легостаев В.Л. Классификация элементов программно-технического комплекса бесплатформенной инерциальной навигационной систем // Датчики и системы. 2010. №12. С 2 – 7.

20. ГОСТ РВ 52339-2005. Системы бесплатформенные инерциально – навигационные на лазерных гироскопах, М., 2005, 15 стр.

21. Трефилов П.М. Сравнительный анализ улучшения точностных характеристик инерциальных навигационных систем.// XIII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2019: труды [Электронный ресурс]. М.: ИПУ РАН, 2019. С. 470 – 474.

22. Борисова А.Ю., Смаль А.В. Анализ разработок современных бесплатформенных инерциальных навигационных систем. // Электронный научно-технический журнал «Инженерный вестник». МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, №05. С. 50 – 57

23. Кузнецов А.Г., Молчанов А.В., Чиркин М.В., Измайлов Е.А. Прецизионный лазерный гироскоп для автономной инерциальной навигации // Квантовая электроника. 2015. Том 45, № 1. С. 78 – 88.

24. Краснова С.А., Уткин В.А. Каскадный синтез наблюдателей состояния динамических систем. Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – М.: Наука, 2006. – 272 с.

25. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации. М.: Наука. Физматлит, 1995. 336 с.

26. Борцов А.А., Никифоров В.О., Пыркин А.А. Адаптивное управление возмущенными системами. Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2015. – 126 с.

27. Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления. Самарский государственный технический университет. 2009. – 136 с.

28. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. –712 с.

29. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. Москва. Издательство МЭИ. 2003. – 397 с.

30. Ротач В.Я. Об адаптивных системах управления с текущей идентификацией объекта // Автоматизация в промышленности. 2004. №6. С. 3-6.

31. Красовский А.А. Проблемы физической теории управления.//Автомат. и телемех., 1990, выпуск 11. С 3–28.

32. Математические модели динамики движения летательных аппаратов: учебное пособие/ Т.Ю. Лемешонок [и др.]. – СПб. Балт. гос. техн. ун-т., 2020. – 122 с.

33. Снешко Ю.И. Устойчивость и управляемость самолета в эксплуатационной области режимов полета: Справочник. М.: Машиностроение, 1987. – 136 с.

34. Мещерский И.В. Работы по механике тел переменной массы. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952. – 277 с.

35. Динамика полета / под ред. академика РАН Бюшгеса Г.С. М.: Машиностроение, 2011. –776 с.
36. Петров Б.С. Теория гироскопических систем ориентации. М.: Наука, 2004. – 202 с.
37. Матвеев В.В. Инерциальные навигационные системы. Учебное пособие. Изд-во ТулГУ, 2012. – 199 с.
38. Шаталов А.С., Топчеев Ю.И., Кондратьев В.С. Летательные аппараты как объекты управления. Машиностроение, 1972. – 240 стр.
39. Котовский В.Н. Математическое моделирование характеристик авиационных силовых установок. Конспект лекций. – М.: МГТУ ГА, 2015. – 90 с.
40. Августинovich В.Г. Математическое моделирование авиационных двигателей. – Пермь: Изд-во Перм. гос.техн. ун-та, 2008. – 100 с.
41. Механика полета (общие сведения, уравнения движения). Инженерный справочник. / Горбатенко С.А., Макашов Э.М., Полушкин Ю.Ф., Шефтель Л.В. М.: Издательство «Машиностроение», 1969. – 420 с.
42. Бромберг П.В. Теория инерциальных систем навигации. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 296 с.
43. Егорушкин А.Ю., Мкртчян В.И. Коррекция углов ориентации в бесплатформенных инерциальных навигационных системах // Инженерный журнал: наука и инновации, 2017. № 8. С. 1 – 12.
44. Матвеев В.В. Модель погрешностей бесплатформенной инерциальной навигационной системы. // Известия ТулГУ. Технические науки. 2012. Вып. 12. Ч. 1. С. 188 – 196.
45. Теория управления (дополнительные главы): Учебное пособие (К 80-летию ИПУ РАН) / Под ред. Новикова Д.А. – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 552 с.

©Кикин И.С., 2023

ГЛАВА 3

УДК 629.7.051.8

Кикин И.С.

канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник,
Государственный научно-исследовательский
институт авиационных систем,
РФ, г. Москва

ДИНАМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Аннотация. Предложено решение задачи синтеза иерархической трехуровневой системы автоматического управления продольным движением беспилотного маневренного летательного аппарата, предназначенной для формирования квазиоптимальных процессов изменения траектории стационарного режима полета. Метод синтеза основан на иерархической декомпозиции задач управления. Функциональный алгоритм системы верхнего уровня (системы траекторного управления) реализует управление направлением движения с использованием метода сопрягаемых траекторий. Системы среднего и нижнего уровней – квазиоптимальные по быстродействию контура управления углом тангажа и углом поворота руля высоты, в которых применены регуляторы энергии вращения. Для синтеза систем среднего и нижнего уровней использован модифицированный метод сопрягаемых траекторий.

Ключевые слова: наведение, траекторное управление, управление направлением движения, маневренный летательный аппарат; линия заданного направления; метод сопрягаемых траекторий, условие сопряжения.

Igor Kikin

Ph.D. of Engineering Sciences,
Senior Research Scientist,
State Research Institute of Aviation Systems,
Russia, Moscow

DYNAMIC OPTIMIZATION OF CONTROL PROCESSES AIRCRAFT IN REAL TIME

Abstract. A solution is proposed to the problem of synthesis of hierarchical three-level longitudinal control system for a maneuverable aircraft, meant for generation of quasioptimal processes of changing steady state mode flight path. Synthesis method is based on hierarchical decomposition of control tasks. Functional algorithm of the top level system (flight path control system) implements directional control using method of mating trajectories. Middle and low level systems are designed as quasioptimal in responses of pitch angle and elevator control loops. The use of rotational energy regulators based on a modified method of mating trajectories in pitch angle and elevator control loops was justified by comparative analysis of three versions of regulators design. The use of rotational energy regulators provides free of self-oscillations stabilization mode for steady-state pitch angle value. It also provides minimization of limiting levels for maximum driving torque, developed by elevator drive, and maximum elevator displacement speed, what corresponds to condition of minimization of actuators weightsize parameters.

Keywords: information and control system, inertial-aerometric information and control system, retrospective identification, dead reckoning, simulated estimation method, instantaneous a posteriori estimation, measurement errors accumulation, autonomous correction.

Основные сокращения

АПНД – алгоритм программирования направления движения,
ЗНД – заданное направление движения,
ЛА – летательный аппарат,
ЛЗН – линия заданного направления,
МД – машина Дубинса,
МСТ – метод сопрягаемых траекторий,
НМ – начало маневра,
НСК – невращающаяся система координат,
ОРВ – оптимизация процессов управления в реальном времени,
ОУ – объекта управления,
ПУ – процесс управления,
РКВ – регулятор кинематики вращения,
РП – рулевой привод,

РЭВ – регулятор энергии вращения,
 САП – система автопилотирования,
 САУ – система автоматического управления,
 СН – система наведения,
 СТ – сопрягаемая траектория,
 СТУ – система траекторного управления,
 ТАУ – теория автоматического управления,
 ТН – точка назначения,
 УНД – управления направлением движения,
 ЦМ – центр масс

Введение

Центральная проблемы современной ТАУ – проблема создания теории оптимизации САУ в реальном времени (ОРВ) и, соответственно, создания САУ, осуществляющей синтез оптимальных управлений и собственно управление практически одновременно в процессе функционирования ОУ (совмещенный синтез управления) [1].

Основополагающим принципом построения САУ в рамках классической ТАУ следует признать концепцию возмущенного-невозмущенного движения, сформулированную А. М. Ляпуновым. Согласно этой концепции определены два этапа динамической оптимизации САУ [2]:

- программирование оптимальных траекторий;
- аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.

На *первом* этапе синтезируется программная составляющая управления U^* , которая соответствует оптимальному невозмущенному движению объекта Z^* :

$$U^* = U^*\{Z^*(t_0), Z^*(t_f), t\}, \quad (1)$$

где t_0 и t_f – соответственно начальный и конечный моменты временного интервала оптимизации. Функция (1) – программа разомкнутого управления, так как при ее формировании отсутствует обратная связь по текущим параметрам движения. Оптимальная программа изменения режимов управляемого процесса (задающих воздействий регуляторов) определяется с использованием методов, не относящихся к методам классической ТАУ.

На *втором* этапе синтезируется алгоритм формирования стабилизирующей составляющей управления ΔU . Она обеспечивает оптимальную отработку отклонения текущего вектора состояния Z от программного невозмущенного движения, реализуя обратную связь по указанному отклонению:

$$\Delta U = A_U \{\Delta Z\}, \quad (2)$$

где A_U – символ операторного преобразования вектора $\Delta Z = Z - Z^*$.

Закон управления вида (2) – решение классической задачи управления, которое базируется на гипотезе о малых отклонениях фактического движения ОУ от расчетного невозмущенного. Он синтезируется на базе линеаризованной модели движения ОУ. Таким образом, классическая ТАУ предусматривает разложение движения объекта на невозмущенное и возмущенное, которые удовлетворяют соотношениям вида:

$$U = U^* + \Delta U, \quad Z = Z^* + \Delta Z.$$

Анализ стратегий управления, основанных на изложенной выше концепции, показал, что они оправданы лишь при малых и нерациональны при больших возмущениях номинальной траектории движения ОУ [3].

Подходы классической ТАУ для решения задач оптимизации САУ практически никогда не обеспечивали близости к подлинно оптимальному управлению, поскольку используемая на этапе проектирования априорная информация никогда не является достаточной для оптимальных решений во всех ситуациях, которые могут иметь место в процессе эксплуатации. Подлинная оптимизация управления возможна только в процессе функционирования системы в текущей обстановке и возникшей ситуации [1].

Принцип ОРВ основан на текущем программировании движения. Программы управления определяются непосредственно в режиме эксплуатации ОУ и формируются по принципу обратной связи (совмещены процессы синтеза и реализации оптимального движения). Алгоритм управления при реализации ОРВ может быть представлен в виде операторного преобразования B_U :

$$U = B_U \{Z, \Gamma[Z(t_f)]\}, \quad (3)$$

где $\Gamma[Z(t_f)]$ – функция, отражающая зависимость управления от целевого многообразия, определяющего заданное конечное состояние ОУ.

На рис. 1 представлены концептуальные схемы САУ.

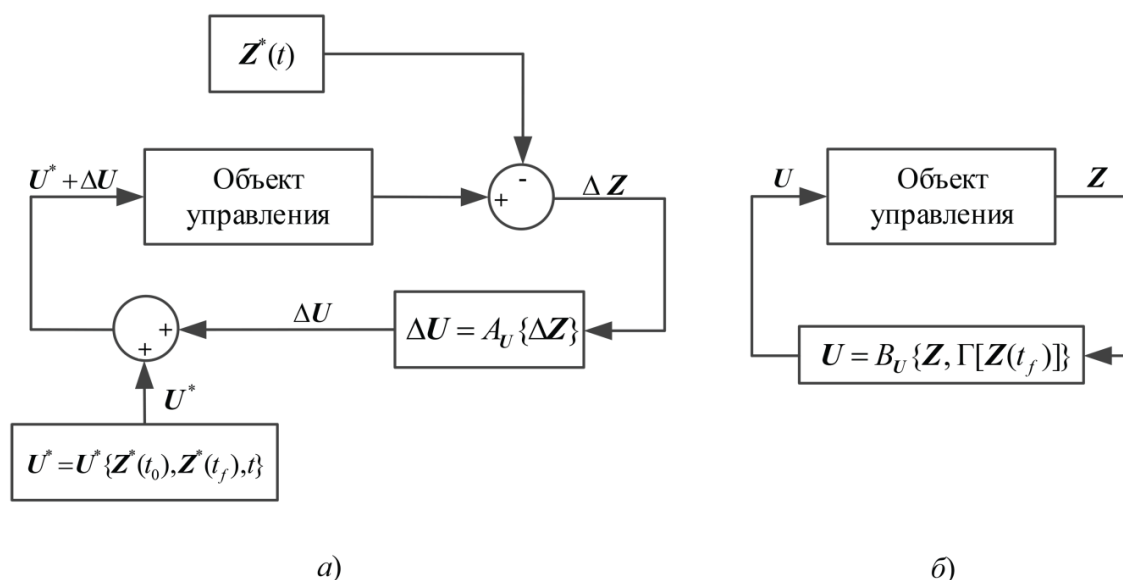


Рис.1 Концептуальные схемы систем автоматического управления:
 а) – концепция классической ТАУ с разделением движения ОУ на невозмущенное и возмущенное;
 б) – концепция оптимизации процесса управления в реальном времени.

Подходы к синтезу САУ, основанные на концепции ОРВ, расширяют возможности оптимизации использования ресурсов управления, по отношению к классической ТАУ. Выигрыш от реализации стратегий управления, основанных на ОРВ, возможно оценить с помощью различных практически значимых критериев, таких как:

- динамическая точность системы управления;
- диапазон условий применения;
- управляемость (диапазон начальных условий функционирования системы, для которого достижимы цели управления).

Главная проблема ОРВ – синтез регулирующих связей, обеспечивающих оптимальные по заданному критерию процессы управления для любой ситуации, сложившейся в процессе

функционирования САУЛА. Современные методы ТАУ не позволяют получить строгое решение задачи ОРВ процессов управления нелинейными объектами без существенных ограничений как на структуру модели, описывающей динамические свойства объекта управления, так и на структуру критерия, отражающего предъявляемые к управлению требования [4]. Поэтому, на настоящем этапе развития ТАУ, в постановках задач ОРВ речь идет о приближенно оптимальном либо квазиоптимальном решении. Под квазиоптимальным понимается решение, используемое в качестве оптимального в практических целях.

На основании анализа результатов многочисленных исследований в области ТАУ и теории оптимальных процессов сформулирован следующий подход к решению задачи ОРВ процессов управления ЛА, который обеспечит максимальное приближение практического решения задачи синтеза САУЛА к оптимальному решению.

1) *Иерархическая декомпозиция задач управления* заключается в представлении рабочей модели САУЛА в виде многоуровневой иерархии функциональных систем, при которой на верхних уровнях формируют цели управления для нижних в форме заданных значений регулируемых параметров [5 – 7]. Для каждого уровня применяется модель движения объекта управления, в которой от выбранной для данного уровня управляющей переменной непосредственно зависит производная регулируемой переменной не выше второго порядка. В системах функционального регулирования используют модель движения объекта управления в форме дифференциального уравнения первого порядка [8]. Иными словами, задача оптимизации системы полной размерности преобразуется в комплекс задач оптимизации подсистем порядка не выше второго.

2) *Описание движения ЛА на основе физических законов.* Использование моделей обобщенного характера, описывающих движение объекта в пространстве состояний, не позволяет учитывать специфики объекта управления при решении задач ОРВ. Подходы, ограничивающие исследования областью математической теории управления, привели к кризису современной ТАУ. Необходима разработка ТАУ, опирающейся на законы физического пространства [3]. Применительно к управлению движением ЛА, необходима интеграция методов ТАУ и теоретической механики [2]. Метод описания динамической системы для прикладных исследований в области ТАУ

должен обеспечивать учет специфики решаемых задач управления, что невозможно без их физической интерпретации. Динамический синтез САУЛА, реализующей ОРВ, должен проводиться с использованием модели движения ЛА, основанной на фундаментальных законах механики в приложении к задачам динамики полета. Один из главных принципов формирования математической модели движения ЛА – фундаментальный закон кинематики абсолютно твердого тела о разложении его движения на переносное поступательное и относительное вращательное. Указанный принцип – главный фактор, влияющий на структуру САУЛА и декомпозицию задач управления. Переносное движение однозначно определяют движением произвольно выбираемого центра (полюса) вращения, в качестве которого принимают, как правило, ЦМ ЛА. Динамику поступательного переносного движения ЛА описывают с помощью второго закона Ньютона и (или) его обобщения для движения тел переменной массы – формулы Мещерского [9]. Для описания относительного вращательного движения используют основной закон динамики вращения, согласно которому скорость изменения момента импульса ЛА по времени равна результирующему моменту внешних сил, действующих на него. Результирующие векторы внешних сил и их моментов содержат компоненты, определяемые координатами положения регулирующих органов, которые в совокупности составляют вектор управляющих переменных U . В структуре моделей, которые описывают движение ЛА в физическом пространстве, используются универсальные формы представления действующих на ЛА сил и моментов. Они позволяют применить универсальное множество параметров настройки САУ для ее адаптации к конкретному объекту управления и условиям его функционирования.

Динамический синтез систем всех уровней иерархии. Для каждого уровня иерархии проводится синтез квазиоптимального регулятора в предположении, что системы нижних уровней обеспечивают идеальное слежение за управляющим сигналом, формируемым системой рассматриваемого уровня иерархии. Базовая структура системы произвольного уровня иерархии представлена на рис. 1, где U_z - сигнал, обрабатываемый системой данного уровня.

Основной принцип синтеза квазиоптимального регулятора базируется на научной гипотезе, предполагающей, что для рассматриваемых математических моделей движения ЛА оптимальные

процессы управления качественно соответствуют известным вариантам точных решений частных задач оптимизации процессов управления. Подсистемы всех уровней иерархии, кроме, быть может, верхнего, синтезируются как системы максимального быстродействия. Минимальная длительность переходного процесса в нелинейных системах зависит от уровня входного сигнала. Поэтому, для корректной постановки задачи синтеза подсистемы произвольного уровня иерархии необходима предварительная оценка рабочего диапазона входного сигнала этой подсистемы. Предлагаемый подход к выбору критериев оптимизации основан на результатах аналитического исследования ошибок слежения в оптимальных по быстродействию САУ, которые представлены в [10], где показано соответствие структуры алгоритма управления идеальной следящей системы структуре алгоритма управления системы максимального быстродействия.

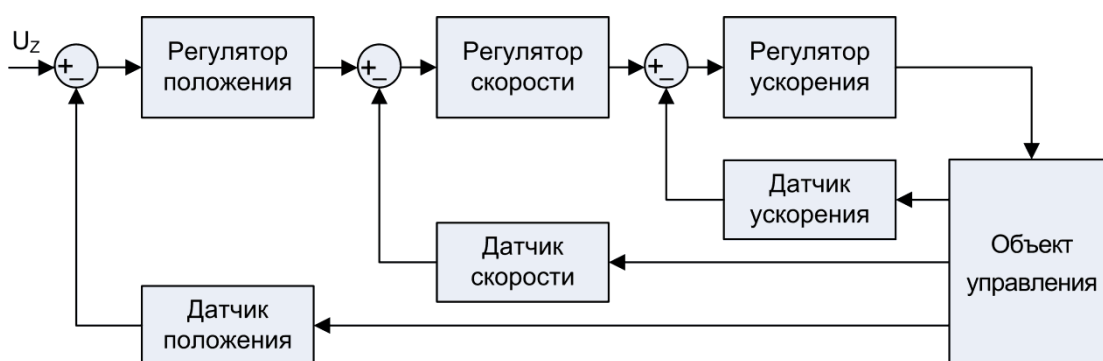


Рис. 2 Базовая структура подсистемы

3) *Параметрическая оптимизация* с оценкой динамических характеристик агрегированной системы (при совместном функционировании подсистем всех уровней иерархии) методом имитационного моделирования [11].

В данной работе рассматривается задача синтеза трехуровневой системы автоматического управления продольным движением маневренного ЛА, предназначенной для формирования квазиоптимальных процессов изменения траектории стационарного режима полета.

Верхний уровень – СТУ, критерии совершенства которой определяют эффективность выполнения целевых функций ЛА. Она включает управление направлением движения и модулем вектора скорости.

Направление движения задается регулируемыми параметрами контуров УНД, определяющими ориентацию вектора скорости [12,13].

Средний уровень – САП, предназначенная для формирования задающих воздействий на контуры управления исполнительными механизмами рулей высоты в целях оптимальной отработки сигналов СТУ. В режиме УНД САП регулирует углы ориентации осей системы координат, связанной с корпусом ЛА, либо функционально зависящие от них параметры.

Нижний уровень – система управления исполнительными механизмами рулей высоты, предназначенная для оптимальной отработки задающих воздействий, формируемых на среднем уровне. Регулируются параметры, определяющие положение органов управления относительно корпуса ЛА.

1. Методы траекторного управления для реализации ОРВ

1.1 Метод управления траекторией вывода маневренного ЛА на ЛЗН

Рассмотрена задача ОРВ траектории движения ЛА в плоскости маневра при переходе с произвольной линии движения на ЛЗН. В качестве плоскости маневра рассмотрена вертикальная, в которой гравитационная сила оказывает максимальное влияние на траекторию движения ЦМ ЛА, ее радиус кривизны и скорость движения. Система уравнений движения ЛА в вертикальной плоскости:

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \frac{R \cos \alpha - X}{m} - g \sin \theta; \quad \frac{d\theta}{dt} = \frac{R \sin \alpha + Y}{mV} - \frac{g}{V} \cos \theta; \\ \frac{dm}{dt} &= f_m(M, y, u_{др}); \quad R = f_R(M, y, u_{др}); \\ \frac{dx}{dt} &= V \cos \theta; \quad \frac{dy}{dt} = V \sin \theta, \end{aligned} \quad (4)$$

где V , θ – соответственно модуль и угол наклона вектора скорости; R – сила тяги двигателя; α – угол атаки ЛА (управляющий параметр системы УНД); X – сила лобового сопротивления; m – масса ЛА; g – ускорение свободного падения; Y – подъемная сила; M – число Маха; x , y – продольная и вертикальная координаты ЦМ ЛА в НСК x_0 ; $u_{др}$ – положение дроссельной заслонки воздушно-реактивного двигателя.

Сила лобового сопротивления X определяется по формуле:

$$X = 0,5(C_{X0} + C_{XI}\alpha^2)S\rho V^2,$$

где $C_{X0} = C_{X0}(M)$ – коэффициент лобового сопротивления при нулевом угле атаки; $C_{XI} = C_{XI}(M)$ – коэффициент индуктивного сопротивления; S – площадь миделевого сечения; ρ – плотность воздуха,

$$\rho = \rho_0 e^{-ky},$$

где ρ_0 – плотность воздуха на нулевой высоте; k – эмпирический коэффициент аппроксимации зависимости плотности воздуха от высоты для стандартной атмосферы, $k = 10^{-4}$ [8]. Число Маха определяется по формуле:

$$M = V/a,$$

где a – скорость звука. Аппроксимация зависимости скорости звука от координаты высоты y для стандартной атмосферы имеет вид: $a(y) = 340 - 0,004y$ [8]. Подъемная сила вычисляется из выражения:

$$Y = 0,5 \cdot C_Y^\alpha \alpha \cdot S\rho V^2,$$

где $C_Y^\alpha = \partial C_Y / \partial \alpha$, где $C_Y = C_Y(M, a)$ – коэффициент подъемной силы.

Требуется синтезировать алгоритм траекторного управления, обеспечивающий оптимальный переход ЦМ ЛА с произвольной линии движения на ЛЗН. В вертикальной плоскости ЛЗН задана точкой пересечения с осью Oy НСК, в которой определяется положение ЦМ ЛА, и углом ориентации Φ , определяющим направление движения по ЛЗН. Начало отсчета угла Φ – направление оси Ox НСК, а диапазон значений в пределах $\pm 2\pi$.

Критерий оптимальности траектории перехода – длина линии пути

$$S = \int_{t_0}^{t_f} V(\tau) d\tau.$$

Значение t_f не фиксировано и соответствует моменту сопряжения траектории ЦМ ЛА и ЛЗН, когда ЦМ ЛА находится в пределах полосы заданной ширины, включающей ЛЗН, а абсолютная величина разности углов θ и Φ не превышает установленного значения. Синтезируемый алгоритм управления переходом ЦМ ЛА на ЛЗН определяет задающее воздействие по углу тангажа $\vartheta_{зад}$:

$$\vartheta_{\text{Зад}} = B_v(x, y, \theta, \Phi, Y_{\text{ЛЗН}}),$$

где $Y_{\text{ЛЗН}}$ – вертикальная координата точки пересечения ЛЗН с осью Oy НСК.

1.1.1 Алгоритм программирования направления движения

Методика синтеза алгоритма базируется на теории оптимизации траекторий перехода, разработанной для простейшей нелинейной модели маневренного объекта – *машины Дубинса (МД)*, которая описывается уравнениями движения материальной точки на плоскости с постоянным по модулю вектором скорости. Управляющий параметр обеспечивает маневр вектором скорости вправо или влево, соответствующий движению по окружности заданного минимального радиуса. Движение МД описывается следующей системой уравнений:

$$\frac{dV}{dt} = 0; \frac{d\phi}{dt} = u; \frac{dx}{dt} = V \cos \phi; \frac{dy}{dt} = V \sin \phi,$$

где u – управляющий параметр; ϕ – угол ориентации вектора скорости МД, определяющий направление движения.

В соответствии с теоремой Дубинса [14] кратчайший путь МД для любых начальной и конечной точек реализуется комбинацией не более чем трех сегментов траекторий, формируемых при постоянном значении u . Существует три типа сегментов: прямолинейное движение ($u = 0$), максимально интенсивные повороты налево ($u = V/r_m$) или направо ($u = -V/r_m$), где r_m – радиус кривизны траектории, соответствующий максимально интенсивному повороту. Оптимальный алгоритм управления МД должен определять количество, состав, порядок и протяженность элементарных сегментов оптимальной траектории. В общем случае имеет место большая вариантность решений, удовлетворяющих условиям перехода, что обусловило сложность проблемы синтеза оптимального алгоритма [15]. В приложении к задаче вывода МД на ЛЗН завершающий участок траектории – дуга окружности, которая заканчивается точкой касания с ЛЗН. Она названа *сопрягаемой траекторией (СТ)*, а метод управления, реализующий вывод МД на СТ по кратчайшему пути и движение по ней, *методом сопрягаемых траекторий (МСТ)*. Представлено решение задачи синтеза алгоритма вывода МД на ЛЗН с использованием МСТ.

Оптимальное значение управляющего параметра определяется выражением

$$u = \frac{V}{r_m} \text{sign}(\phi_{\text{ЗАД}} - \phi), \quad (5)$$

где $\phi_{\text{ЗАД}}$ – значение угла ориентации вектора скорости, которое определяет *заданное направление движения (ЗНД)*. Движение МД рассмотрено в системе координат, в которой координата y соответствует уклонению от ЛЗН. В таком случае ЛЗН совпадает с осью абсцисс системы координат, в которой рассматривается движение МД, либо противоположна ей по направлению. В первом случае $\Phi = 0$, во втором $\Phi = \pm \pi$. На рис. 3 показана геометрическая схема момента t выхода МД на СТ, в который угол $\phi = \phi_{\text{ЗАД}}$. Угол, определяющий направление касательной к окружности, сопрягаемой с ЛЗН, для текущего уклонения координаты y от ЛЗН соответствует ЗНД. Если абсолютное значение координаты y превышает радиус СТ, равный r_m , то ЗНД должно соответствовать максимальной скорости приближения к ЛЗН, которая достигается при $\cos\phi = 0$. С учетом изложенного выше, угол $\phi_{\text{ЗАД}}$ для МД определяется следующим образом:

$$\phi_{\text{ЗАД}} = -\arccos\left(1 - \frac{|\sigma|}{r_m}\right) \cdot \text{sign}(y), \quad (6)$$

где σ – координата по оси Oy , $\sigma = y_t$, если $|y_t| \leq r_m$, иначе $\sigma = r_m$, если $|y_t| > r_m$.

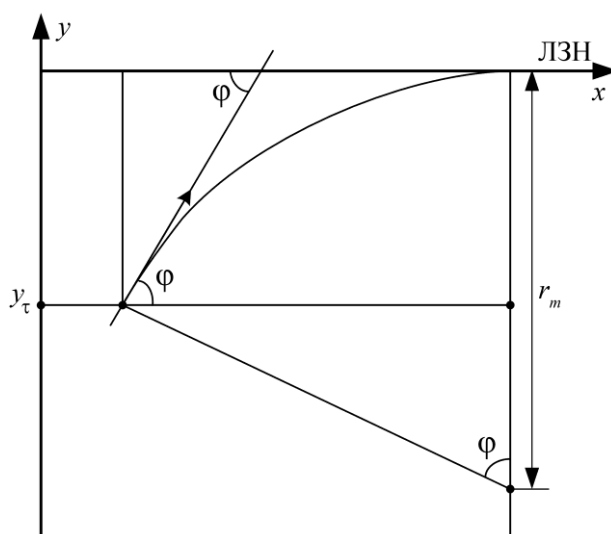


Рис. 3 Геометрическая схема момента выхода машины Дубинса на сопрягаемую траекторию

Представленные формулы описывают алгоритм траекторного управления, формирующий сигнал $\phi_{\text{зад}}$, который предлагается применить в качестве входного сигнала контура слежения за ЗНД. Алгоритм формирует нелинейную отрицательную обратную связь по отклонению от ЛЗН, не накладывая никаких ограничений на уровень указанных отклонений. При решении задач управления ЛА такие ограничения могут существовать в форме запретных для полетов зон, физических границ воздушной среды, динамического «потолка» ЛА и др. В малой окрестности ЛЗН система УНД, реализующая обработку $\phi_{\text{зад}}$, функционирует в режиме стабилизации движения по ЛЗН.

Модель МД применима для синтеза траекторного управления движением в горизонтальной плоскости ЛА с несущим крылом при реализации на участках маневра координированных разворотов ЛА. Расчетный скоростной режим координированного разворота – постоянная скорость, поддерживаемая системой регулирования тяги двигателя.

Для ЛА, движение ЦМ которого описывается системой уравнений (4), максимально интенсивный разворот в вертикальной плоскости соответствует максимальному располагаемому углу атаки или максимальной располагаемой перегрузке, направленной по нормали к траектории (по оси подъемной силы). Кривизна траектории максимально интенсивного разворота зависит от гравитационной силы, которая увеличивает текущий радиус кривизны траектории r при $\theta < 0$ и уменьшает r при $\theta > 0$. Кроме того, тангенциальная составляющая гравитационной силы $G_T = -mg \sin \theta$ – дополнительное возмущение на контур стабилизации скорости движения ЛА. Точность поддержания заданной скорости ЛА при интенсивных маневрах в вертикальной плоскости зависит от тяговооруженности ЛА λ , определяемой выражением $\lambda = R/mg$.

Для решаемой задачи синтеза теорема Дубинса может рассматриваться только как результат качественной теории оптимальных процессов управления подвижным объектом, использование которого дает квазиоптимальное решение. Общая структура выражения для формирования заданного угла наклона вектора скорости $\theta_{\text{зад}}$ аналогична (6):

$$\theta_{3AD} = -\arccos\left(1 - \frac{|\sigma|}{\hat{r}}\right) \cdot \text{sign}(y), \quad (7)$$

где $\sigma = y$, если $|y| \leq \hat{r}$, иначе $\sigma = \hat{r}$, если $|y| > \hat{r}$; \hat{r} – средний радиус маневра максимальной интенсивности, $\hat{r} = \hat{r}(y, V, \theta)$.

Текущий радиус кривизны траектории максимально интенсивного разворота r_m определяют по формуле:

$$r_m = \frac{V}{\Omega_{zm}} = \frac{mV^2}{F_Y^\alpha \alpha \cos \theta_{max}},$$

где Ω_{zm} – максимальное значение переменной $\Omega_z = d\theta/dt$; $F_Y^\alpha = R + 0,5 \cdot C_Y^\alpha \rho V^2$; α_{max} – угол атаки, значение которого определяет максимальный сигнал системы траекторного управления; G – вес ЛА, $G = mg = F_Y^\alpha \alpha_{BAL}$, где α_{BAL} – балансировочный угол атаки, обеспечивающий горизонтальный полет ЛА. Таким образом, итоговая формула для определения радиуса r_m примет вид:

$$r_m = \frac{mV^2}{F_Y^\alpha (\alpha_{max} - \alpha_{BAL} \cos \theta)} \quad (8)$$

Задача определения ЗНД, соответствующего величине θ_{3AD} , которая вычисляется по формуле (7), сводится к прогнозированию текущего значения \hat{r} и требует отдельного рассмотрения. На настоящем этапе исследований объект управления – маневренный беспилотный ЛА, для которого $\alpha_{max} \gg \alpha_{BAL}$ и тяговооруженность $\lambda > 1$. В этом случае, как следует из анализа формулы (7), $\hat{r} \cong r_m \cong \text{const}$. Иными словами, задача оптимизации управления продольным движением ЛА в частном случае сведена к задаче оптимизации траектории перехода МД. Оценка эффективности предлагаемого метода программирования направления движения ЛА с использованием адекватных моделей продольного движения позволяет найти диапазон основных проектных параметров ЛА, определяющий область применимости метода, а также разработать алгоритм управления, реализующий МСТ для СТ с переменным радиусом кривизны.

1.1.2 Алгоритм управления направлением движения

Оптимальный алгоритм управления, определяемый формулами (5) и (6), получен применительно к модели МД. Для задачи управления

объектом, движение которого описывается системой уравнений (4), значение управляющего параметра $\alpha_{\text{ЗАД}}$ определяется выражением:

$$\alpha_{\text{ЗАД}} = \alpha_{\text{max}} \text{sign}(\theta_{\text{ЗАД}} - \theta) \quad (9)$$

Из выражения (9) следует, что управляющий параметр СТУ определяется положением продольной оси ЛА относительно вектора скорости. Поэтому на этапе синтеза алгоритма траекторного управления проводится выбор способа взаимодействия СТУ и САП, который зависит от состава рабочей информации, определяющей текущее состояние объекта управления. Для информационного обеспечения управления ЛА широко применяются *инерциальные навигационные системы (ИНС)*, обеспечивающие счисление координат и их производных в НСК, а также определение углов ориентации строительных осей ЛА. В расчете на применение ИНС принят следующий состав рабочей информации: координаты x и y ЦМ ЛА в НСК; компоненты скорости ЦМ ЛА $V_x = V \cos \theta$ и $V_y = V \sin \theta$; угол тангажа $\vartheta = \theta + \alpha$. Тогда заданное значение угла тангажа $\vartheta_{\text{ЗАД}}$, соответствующее значению управляющего параметра, определяется по формуле: $\vartheta_{\text{ЗАД}} = \theta + \alpha_{\text{ЗАД}}$, где $\theta = \text{arctg}(V_x/V_y)$.

Релейный закон управления (8) обеспечивает формирование квазиоптимальной траектории вывода ЛА, движение которого описывается системой уравнений (4), на ЛЗН. Траектория относится к классу монотонных кривых, не имеющих угловых точек. Синтезированный алгоритм траекторного управления основан на аппроксимации прогнозируемой траектории движения ЛА с использованием модели МД. Применяемый метод функциональной декомпозиции задач управления основан на допущении безинерционности контуров управления углами тангажа ϑ и поворота руля высоты, создающего управляющий момент в контуре угла ϑ . Из-за инерционности указанных контуров для релейного закона УНД при реализации движения по СТ и ЛЗН характерен режим автоколебаний, который приводит к неоправданным затратам энергетических ресурсов управления и двигателя. Поэтому на завершающем этапе синтеза алгоритма квазиоптимального управления движением ЛА в реальном времени для УНД используется алгоритм пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора с функциональным ограничением интегральной составляющей сигнала управления [11]:

$$\alpha_{3АД} = \alpha_{ПД} + \alpha_u,$$

где $\alpha_{ПД} = k_\theta(\theta_{3АД} - \theta) + k_\Omega(\Omega_{z3АД} - \Omega_z)$, где k_θ и k_Ω - коэффициенты усиления составляющих сигнала управления, пропорциональных рассогласованию по углу наклона траектории и его производной соответственно; $\Omega_{z3АД} = d\theta_{3АД}/dt$; $\Omega_z = d\theta/dt$;

$$\alpha_u = k_u \int (\theta_{3АД} - \theta) dt,$$

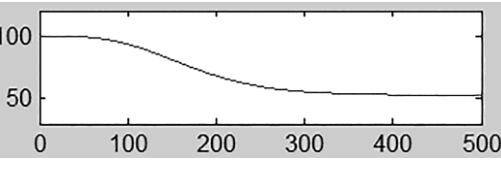
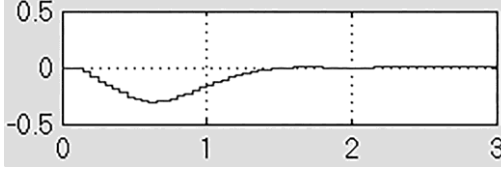
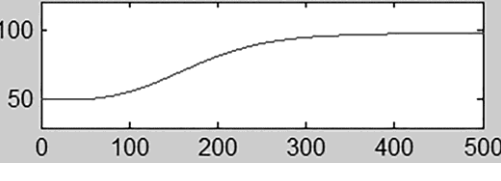
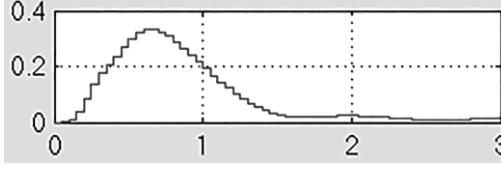
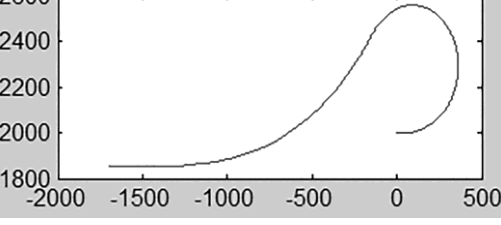
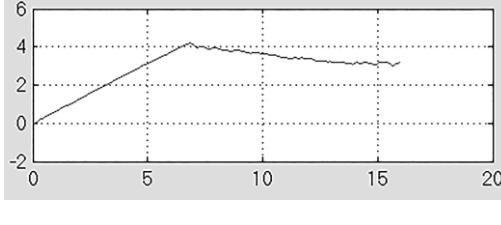
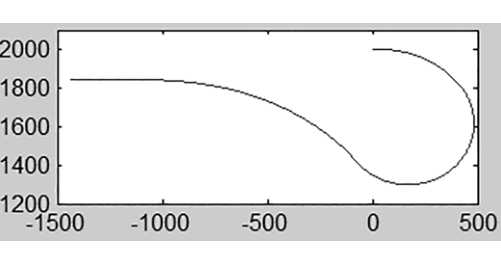
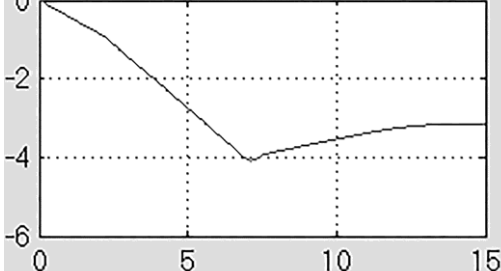
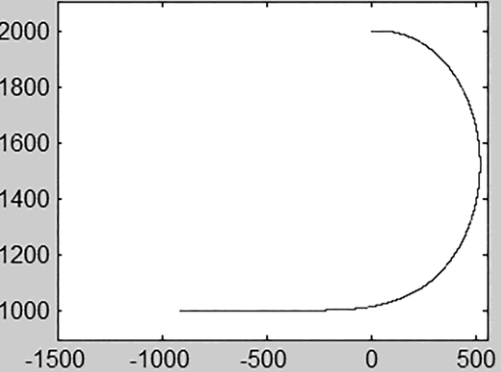
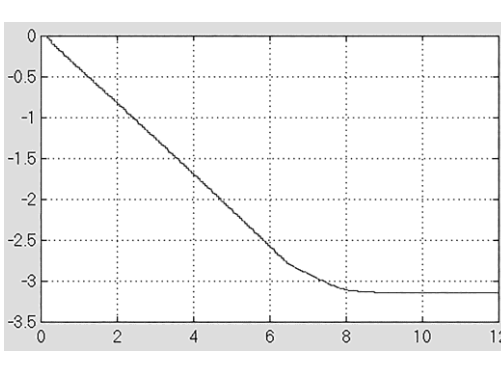
где k_u - коэффициент усиления интегральной составляющей сигнала управления. Приняты следующие ограничения: $|\alpha_{3АД}| \leq \alpha_{max}$; $|V\Omega_{z3АД}| \leq a_{zm}$, где a_{zm} - максимальная допустимая величина составляющей ускорения, ортогональной траектории ЦМ ЛА; $|\alpha_{ПД}| \leq \alpha_{max}$; $|\alpha_u| \leq \alpha|\alpha_{ПД}|_{max}$. При выходе траектории на ограничение по ускорению a_{zm} величине α_{max} должно присваиваться текущее значение α .

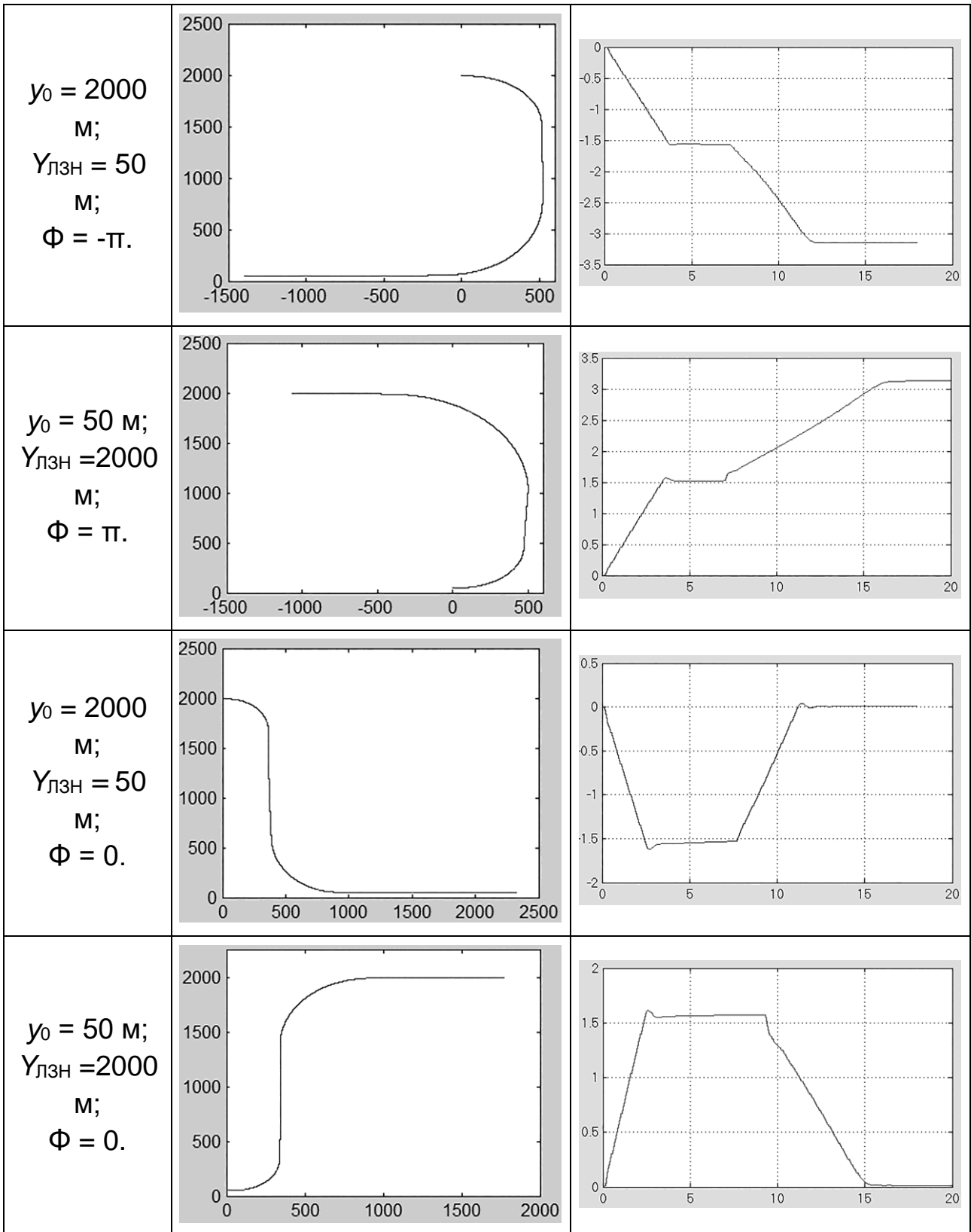
1.1.3 Результаты математического моделирования маневра ЛА в режиме изменения высоты полета

Для оценки функциональных возможностей предлагаемого метода траекторного управления при выводе маневренного беспилотного ЛА на ЛЗН разработана демонстрационная модель процессов управления маневром с использованием типовых характеристик ЛА, силовой установки, а также контуров автопилота и рулевого привода.

В табл. 1 представлены результаты имитационного моделирования. Показаны траектории $y(x)$ ЛА, а также соответствующие им графики изменения угла тангажа ϑ от времени t для режимов набора высоты и снижения (для различных перепадов высот) с выходом на параллельные и антипараллельные ЛЗН. Для всех вариантов моделируемых процессов в начальный момент времени ЛА совершает горизонтальный полет при $\theta = 0$, со скоростью 200 м/с. Маневр начинается в точке вертикальной плоскости, горизонтальная координата которой $x_0 = 0$. В первом столбце табл. 1 представлено начальное значение вертикальной координаты y_0 и параметры ЛЗН ($Y_{лзн}$ и Φ).

Таблица 1. Результаты имитационного моделирования

Исходные данные	Траектория $y(x)$, отсчеты координат в метрах	Зависимость $\vartheta(t)$, отсчеты угла ϑ в радианах, времени t в секундах
$y_0 = 100$ м; $Y_{лзн} = 50$ м; $\Phi = 0$.		
$y_0 = 50$ м; $Y_{лзн} = 100$ м; $\Phi = 0$.		
$y_0 = 2000$ м; $Y_{лзн} = 1850$ м; $\Phi = \pi$.		
$y_0 = 2000$ м; $Y_{лзн} = 1850$ м; $\Phi = -\pi$.		
$y_0 = 2000$ м; $Y_{лзн} = 1000$ м; $\Phi = -\pi$.		



Из представленных результатов видно, что траектория маневра содержит не более трех сегментов, на каждом из которых скорость изменения направления движения практически постоянна. Вариации

интенсивности маневра связаны с различием диапазона высот и скоростей. Кроме того, предложенный алгоритм траекторного управления реализует режимы плавного перехода на стабилизацию движения по прямолинейным участкам траектории. В целом параметры траекторий соответствуют их оптимальным значениям для МД. Алгоритм траекторного управления реализует текущее программирование траектории маневра и составляет основу решения задачи ОРВ траекторий перехода ЛА на ЛЗН.

1.2. Метод управления траекторией вывода ЛА в заданную точку с заданным траекторным углом

Наведение с заданным углом подхода к ТН – одна из наиболее актуальных прикладных задач управления ЛА [16]. Можно предположить, что эта задача многократно решена при проведении практических разработок автоматически управляемых ЛА. Особый интерес представляет исследование этой задачи в рамках концепции ОРВ. В данной работе предложен метод решения задачи для стационарной точки назначения.

Один из практически осуществимых вариантов решения рассматриваемой задачи – вывод летательного аппарата на линию заданного направления (ЛЗН). В этой интерпретации задача излагается в учебной литературе [17].

Решение задачи наведения с заданным углом подхода к ТН в строгой постановке должно учитывать факт наличия множества оптимальных траекторий, на которых заданный траекторный угол достигается в ТН. Иными словами, существует множество оптимальных траекторий центра масс (ЦМ) ЛА, для которых точка сопряжения с ЛЗН совпадает с ТН. Сущность решения – вывод ЛА на завершающую ветвь траектории максимально интенсивного маневра, которая удовлетворяет заданным терминальным условиям.

В теории и методике управления авиацией для вывода ЛА в заданное относительно цели положение по направлению и дальности разработан метод наведения «Маневр» [18]. В данной работе предложена реализация метода «Маневр» в САУ ЛА применительно к конкретной частной задаче наведения.

Модель движения ОУ и критерий оптимальности СТУ соответствуют представленным в разделе 2.1. Синтезируемый алгоритм управления

переходом ЦМ ЛА в ТН, координаты которой $x_F = D$, $y_F = 0$, с заданным траекторным углом θ_F определяет задающее воздействие по углу тангажа $u_{зад} = A_u(x, y, \theta, \theta_F, D)$, где A_u – операторное преобразование, реализуемое алгоритмом управления.

1.2.1 Анализ существующих методов наведения

Существуют классы систем наведения ЛА, которые принципиально не могут решать стоящие перед ними задачи с использованием фиксированных программных траекторий. К таковым относятся, например, СН перехватчиков, применяемых для поражения подвижных целей.

Проектанты таких систем вынуждены решать задачу ОРВ процессов управления траекторией полета ЛА. Как правило, решение заключается в выборе **метода наведения**.

Проведем анализ метода наведения, , и оценим его соответствие методам наведения, применяемым для перехвата подвижных целей. Поскольку рассматривается ЛА, совершающий автономный полет, соответствовать рассматриваемой задаче могут только двухточечные методы, применяемые для самонаведения, такие как: метод погони, наведение с постоянным углом упреждения, методы параллельного и пропорционального сближения.

Траектории сближения, соответствующие методу наведения, обеспечивающему заданный угол подхода к неподвижной ТН, это окружности, касающиеся в ТН прямой линии, образующей с осью ОХ угол, равный θ_F , а также сама указанная прямая, как принадлежащая множеству траекторий сближения окружность с бесконечным радиусом. Предполагаем, что траектория сближения формируется при постоянном значении модуля вектора скорости $V_{ТС}$. При этом движение по окружности характеризуется постоянной величиной производной $\frac{d\theta}{dt} = \Omega_{ТС}$. Выразим координаты ТН через параметры траектории сближения:

$$D = x + \frac{V_{ТС}}{\Omega_{ТС}} \int_{\theta}^{\theta_F} \cos \theta d\theta = x + R_{ТС} \text{sign}(\theta_F - \theta)(\sin \theta_F - \sin \theta), \quad (10)$$

$$y_F = y + \frac{V_{ТС}}{\Omega_{ТС}} \int_{\theta}^{\theta_F} \sin \theta d\theta = y - R_{ТС} \text{sign}(\theta_F - \theta)(\cos \theta_F - \cos \theta), \quad (11)$$

где $R_{ТС}$ - радиус траектории сближения. $R_{ТС} = \frac{V_{ТС}}{|\Omega_{ТС}|}$.

Из соотношений (10) и (11) получим выражение для угла визирования ТН:

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{y_F - y}{D - x} = -\operatorname{arctg} \frac{\cos \theta_F - \cos \theta}{\sin \theta_F - \sin \theta} = \operatorname{arctg} \left(\operatorname{tg} \frac{\theta_F + \theta}{2} \right) = 0,5(\theta_F + \theta),$$

откуда текущий угол наклона траектории, соответствующий методу наведения, определяется по формуле:

$$\theta = 2\varphi - \theta_F. \quad (12)$$

Дифференцируя правую и левую части уравнения (12) получим уравнение метода наведения в виде: $\frac{d\theta}{dt} = 2 \frac{d\varphi}{dt}$, которое соответствует методу пропорционального сближения: угловая скорость поворота вектора скорости перехватчика пропорциональна угловой скорости вращения линии визирования. В нашей задаче коэффициент пропорциональности (навигационная постоянная) равен 2. Для наведения на подвижные цели применяется коэффициент диапазона 4 – 6. Метод наведения в вертикальной плоскости с заданным углом подхода к стационарной ТН может быть интерпретирован также как метод погони за мнимой целью, движущейся по вертикали, проходящей через ТН, либо по прямой, пересекающей ось Ox в ТН под углом θ_F . Текущая высота мнимой цели, движущейся по вертикали определяется по формуле: $H_{\text{МЦ}} = y + (D - x) \sin(2\varphi - \theta_F)$.

Метод наведения дает описание множества траекторий, обеспечивающих попадание ЦМ ЛА в ТН с заданным углом подхода. Данное множество включает в себя подмножество завершающих участков оптимальных траекторий наведения.

1.2.2 Общий подход к решению задачи

При оптимизации маневра приведения ЛА в заданную точку с заданным углом наклона траектории имеет место жесткая привязка правого конца завершающего сегмента траектории. Поэтому завершающий сегмент оптимальной траектории маневра в виде окружности, проходящей через ТН под заданным углом, определен. При реализации траектории оптимального маневра варьируется точка сопряжения предпоследнего сегмента траектории маневра с сегментом траектории конечного участка маневра. Положение указанной точки

сопряжения зависит от точки НМ. Очевидно, что точка НМ должна зависеть от режима подлета ЛА к зоне маневра.

Задача решается для варианта подлета к зоне маневра в режиме установившегося горизонтального прямолинейного полета.

На рис.3 представлена геометрическая схема вариантов оптимального маневра ЛА при различных соотношения высоты траектории подлета y_n и высоты вершины траектории конечного участка маневра y_B . Линия, проходящая через ТН, направление которой соответствует заданному направлению вектора скорости в ТН, обозначена ЛЗН_Г. Горизонтальная линия, проходящая через вершину траектории конечного участка маневра, направление которой соответствует направлению координатной оси Ox , обозначена ЛЗН_В. Все маневры ЛА, осуществляемые с целью его наведения с заданным углом подхода к ТН, сводятся к выводу ЛА на указанные ЛЗН. Фиксация точек сопряжения траекторий маневра с ЛЗН достигается наложением связи на условия начала маневра.

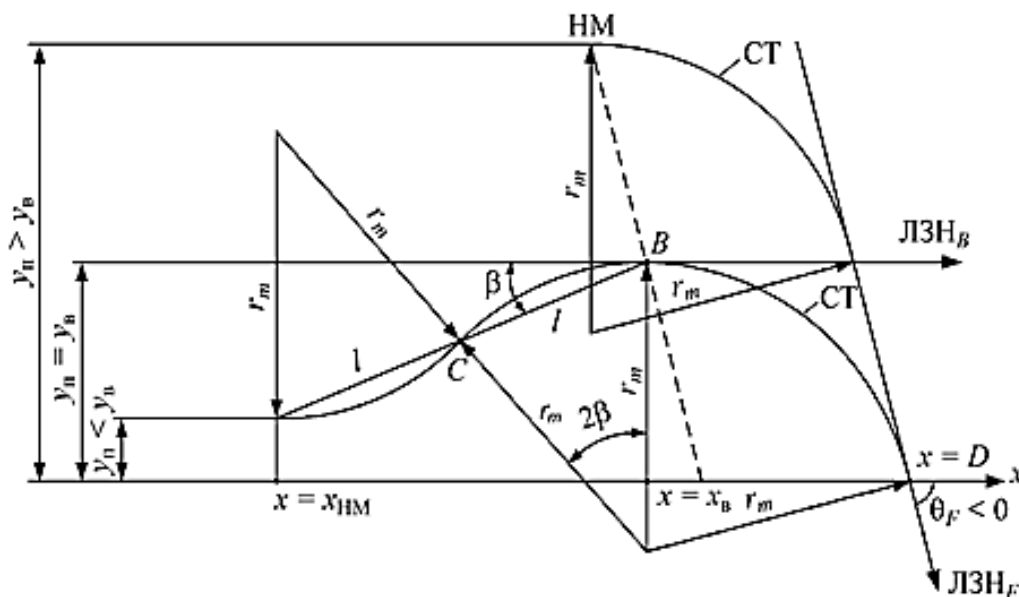


Рис. 4 Геометрическая схема вариантов оптимального маневра летательного аппарата:

На рис. 4 x_{HM} – горизонтальная координата точки НМ; β – угол наклона условной линии подъема ЛА, соединяющей точку НМ и вершину траектории конечного участка маневра; r_m – минимальный радиус траектории маневра; x_B – горизонтальная координата вершины траектории конечного участка маневра

Если $y_{\Pi} \geq y_B$, то маневр начинается в момент выполнения условия сопряжения с ЛЗН_F. Иными словами траектория подлета непосредственно переходит в сопрягаемую траекторию (СТ). Таким образом, если $y_{\Pi} \geq y_B$, то траектория наведения содержит один сегмент окружности, сопрягаемый с ЛЗН_F и прямолинейный участок движения вдоль ЛЗН_F, длина которого оценивается величиной $(y_{\Pi} - y_B) \cos \theta_F$. Если $y_{\Pi} = y_B$, то сопряжение происходит в ТН.

Если $y_{\Pi} < y_B$, то для выполнения заданных терминальных условий необходимо формирование восходящей ветви траектории маневра. С этой целью реализуется предварительный маневр вывода ЛА в точку B , в результате которого ЛА при любой высоте подлета $y_{\Pi} < y_B$ выводится на траекторию, сопрягаемую с ЛЗН_F в ТН. На участке предварительного маневра осуществляется управление выводом ЛА на ЛЗН_B в точке B . При этом сопрягаемая траектория – сегмент (восходящая ветвь) окружности завершающего этапа маневра. Таким образом, предварительный маневр не связан с формированием дополнительного (третьего) сегмента траектории, и траектория наведения в целом состоит из двух участков максимально интенсивного поворота. Этап предварительного маневра вводится для реализации возможности унификации структуры алгоритма УНД, поскольку для всех вариантов маневра решается задача вывода ЛА на ЛЗН.

Траектория предварительного маневра представляет собой два идентичных сегмента окружностей с противоположными знаками кривизны, симметричных относительно точки их сопряжения C . Отрезок прямой, соединяющей точку начала маневра с точкой B , имеет длину, равную $2l$, которая равна удвоенной длине хорды, образованной этим отрезком в точке пересечения с окружностью, соответствующей завершающему участку траектории маневра. Иными словами, указанный отрезок состоит из двух равных частей, каждая из которых является хордой, стягивающей сегмент окружности. Оба сегмента образуют траекторию перехода ЦМ ЛА с линии подлета в точку B . Эта траектория начинается и заканчивается при нулевом угле наклона траектории. Один из сегментов принадлежит восходящей ветви окружности, образующей завершающий участок траектории маневра, а также геометрическое место точек перегиба траекторий предварительного маневра. Другой сегмент, идентичный первому, образует траекторию перехода с линии подлета в точку сопряжения с первым сегментом. Геометрические

характеристики траектории предварительного маневра используются для формирования разовой команды наведения, определяющей момент начала маневра.

1.2.3 Алгоритм программирования направления движения

Для реализации принципа наведения ЛА, изложенного в предыдущем разделе, могут быть использованы два подхода к синтезу алгоритма программирования направления движения (АПНД):

1) АПНД, формирующий отрицательную обратную связь по отклонению от ЛЗН с использованием аналитической зависимости угла наклона сопрягаемой траектории и отклонения ЦМ ЛА от ЛЗН. В этом варианте структура алгоритма полностью соответствует структуре АПНД, представленного в разделе 2.1.

2) АПНД, формирующий отрицательную обратную связь по прогнозируемой ошибке наведения, равной прогнозируемому отклонению от ЛЗН после максимально интенсивного поворота вектора скорости от текущего значения θ до заданного конечного значения θ_F .

Проведем аналитическое исследование указанных подходов к синтезу АПНД.

Подход 1. Если высота траектории подлета к зоне маневра $y_{\Pi} \geq y_B$, минимальная протяженность траектории вывода ЛА в ТН достигается при движении по траектории, сопрягаемой с ЛЗН_F, и дальнейшем движении до ТН вдоль ЛЗН_F.

Заданный угол наклона траектории определяется алгоритмом:

$$\theta_{ЗАД} = \phi - \theta_F \text{sign} \theta_F, \quad (13)$$

где $\phi = -\arccos\left(1 - \frac{|\sigma|}{r_m}\right) \text{sign}(\eta)$, $\sigma = \eta$, если $|\eta| \leq r_m$, но $\sigma = r_m$,

если $\eta > r_m$,

$r_m = \frac{V}{|\Omega_{MAX}|}$, Ω_{MAX} – максимальное по абсолютной величине значение производной $\frac{d\theta}{dt}$, которое может быть реализовано в процессе маневра;

η - отклонение ЦМ ЛА от ЛЗН_F.

$$\eta = -(D - x) \sin \theta_F \text{sign} \theta_F + y \cos \theta_F. \quad (14)$$

Если $y_{\Pi} < y_B$, то производится предварительный маневр вывода ЛА в точку B с нулевым углом θ . Точка B имеет координаты:

$$x_B = D - r_m \text{sign} \theta_F \sin \theta_F, \quad y_B = r_m \text{sign} \theta_F (\cos \theta_F - 1). \quad (15)$$

Задача решается как задача вывода ЛА на ЛЗН_В. Заданный угол наклона траектории определяется формулой (12), где $\theta_F = 0$, $\eta = y - y_B$, что соответствует отклонению ЦМ ЛА от ЛЗН_В.

Минимальная протяженность траектории предварительного маневра достигается при сопряжении траектории ЦМ ЛА с ЛЗН_В в точке *B*. Такое сопряжение обеспечивается разовой командой наведения, которая формируется в момент выполнения соответствующего функционального условия начала маневра.

Подход 2. Прогнозируемое отклонение ЦМ ЛА от ЛЗН_Ф на момент окончания условного разворота максимальной интенсивности, при котором угол наклона траектории изменится от текущего значения θ до заданного конечного значения θ_F , определяется в соответствии с (14) следующим образом:

$$\eta_K = -(D - x_K) \sin \theta_F \operatorname{sign} \theta_F + y_K \cos \theta_F, \quad (16)$$

$$\text{где } x_K = x + r_m \operatorname{sign}(\theta_F - \theta)(\sin \theta_F - \sin \theta), y_K = y - r_m \operatorname{sign}(\theta_F - \theta)(\cos \theta_F - \cos \theta). \quad (17)$$

После подстановки выражений (17) в (16) с учетом (14) получим:

$$\eta_K = \eta - r_m [1 - \cos(\theta - \theta_F)] \operatorname{sign}(\theta_F - \theta). \quad (18)$$

При реализации обратной связи по прогнозируемому отклонению от ЛЗН_Ф заданный угол наклона траектории формируется в виде суммы текущего угла и управляющей компоненты: $\theta_{\text{ЗАД}} = \theta + \Delta\theta_{\text{УПР}}$, где $\Delta\theta_{\text{УПР}} = A_\theta\{\eta_K\}$, A_θ - операторное преобразование, определяющее структуру регулятора. Исходя из желаемого значения прогнозируемой ошибки $\eta_K = 0$, получим уравнение относительно $\theta_{\text{ЗАД}}$ для реализации неявного управления по прогнозируемой ошибке наведения:

$$\eta - r_m [1 - \cos(\theta_{\text{ЗАД}} - \theta_F)] \operatorname{sign}(\theta_F - \theta) = 0.$$

Решение этого уравнения в области отрицательных значений η , при которых совершается маневр, имеет вид:

$$\theta_{\text{ЗАД}} = \theta_F + \arccos\left(1 - \frac{|\eta|}{r_m}\right). \quad (19)$$

Следует обратить внимание на то, что при формировании $\theta_{\text{ЗАД}}$ в режиме вывода ЦМ ЛА на ЛЗН величине отклонения ЦМ ЛА от ЛЗН, превышающей r_m , присваивается значение r_m . Это ограничение

обеспечивает движение ЛА по прямой, ортогональной ЛЗН при больших отклонениях от неё. При решении задачи наведения с заданным углом подхода к ТН такое ограничение не позволяет выполнять маневры по траекториям, имеющим участки, на которых вектор скорости ЛА направлен к ЛЗН под углом меньшим $\frac{\pi}{2}$.

Можно показать, что программирование направления движения в соответствии с формулой (18) позволяет при $u_{\Pi} < u_{В}$ не использовать промежуточного маневра вывода ЦМ ЛА на ЛЗН_В и выполнить весь маневр с использованием единого АПНД.

Следует также обратить внимание на то, что АПНД, применяемые для вывода ЦМ ЛА на ЛЗН реализуют неявное управление с обратной связью по прогнозируемой ошибке наведения.

1.2.4 Алгоритм формирования команды начала маневра

Важнейшими компонентами алгоритмического обеспечения задач наведения ЛА являются алгоритмы формирования разовых команд наведения, которые используются для качественного изменения режимов полета ЛА, связанного с изменением структуры регулятора и/или объекта управления. Для решения рассматриваемой задачи используются две разовые команды наведения:

- команда начала маневра, определяющая момент начала режима наведения в ТН с заданным углом подхода и, соответственно, момент завершения режима подлета;

- команда смены ЛЗН, на которую осуществляется выведение ЦМ ЛА, связанная с необходимостью формирования восходящей ветви траектории наведения при высоте подлета меньшей высоты, с которой физически может быть осуществлен процесс вывода ЦМ ЛА в точку назначения с заданным углом подхода.

Условия формирования второй из названных команд сводятся к контролю попадания координат и угла наклона вектора скорости в диапазоны значений, при которых факт выведения в точку вершины завершающего участка траектории ЦМ ЛА можно считать состоявшимся.

Более подробно рассмотрим алгоритм формирования **команды начала маневра**, условие выработки которой должно базироваться на оценке оставшейся дальности полета до ТН, обеспечивающей реализацию маневра для решения рассматриваемой задачи наведения.

Данный алгоритм должен обеспечивать формирование команды на начало маневра вывода ЛА в ТН с заданным углом подхода θ_F для двух диапазонов высот подлета к зоне маневрирования.

Если высота подлета $y_{\Pi} \geq y_B$, то команда на начало маневра формируется в момент выполнения условия сопряжения траектории ЦМ ЛА с ЛЗН_F, определяемого по формуле (12). Горизонтальная координата точки НМ $x_{\text{НМ}} = x_B + (y_{\Pi} - y_B) \operatorname{tg} \theta_F$, где x_B и y_B определяются формулами (13). В этом случае команду на начало манера целесообразно формировать в момент выполнения условия сопряжения в режиме подлета: $K_{\text{НМ}} = 0,5[1 + \operatorname{sign}(\theta_{\text{зад}} - \theta) \operatorname{sign} \theta_F]$. Если $K_{\text{НМ}} = 1$, то команда сформирована. При этом в момент формирования команды условие $x = x_{\text{НМ}}$ выполнится в силу функциональной связи между углом наклона траектории и координатами ЦМ ЛА в точке сопряжения.

Для диапазона высот подлета $y_{\Pi} < y_B$ горизонтальная координата начала маневра $x_{\text{НМ}}$ должна определяться с учетом наличия предварительного маневра перехода с траектории подлета в точку В. Функциональную зависимость, определяющую $x_{\text{НМ}}$, получим, используя обозначения геометрических параметров и координат характерных точек траектории маневра, которые введены на рис.4.

Протяженность траектории предварительного маневра по координате x зависит от перепада высот траектории предварительного маневра и абсцисса точки начала маневра определяется формулой:

$$x_{\text{НМ}} = x_B - \Delta y_M \operatorname{ctg} \beta, \quad (20)$$

где $\Delta y_M = y_B - y_{\Pi}$, а координаты x_B и y_B определяются по формулам (15).

$\sin \beta = \frac{\Delta y_M}{2l}$, где $l = 2r_m \sin \beta$. Тогда $\operatorname{ctg} \beta = \sqrt{\frac{4r_m}{\Delta y_M} - 1}$ и зависимость протяженности траектории предварительного маневра $\Delta x_M = x_B - x_{\text{НМ}}$ от перепада высот Δy_M принимает вид: $\Delta x_M = \sqrt{\Delta y_M (4r_M - \Delta y_M)}$. График данной зависимости при $r_m = 500\text{м}$ представлен на рис. 5.

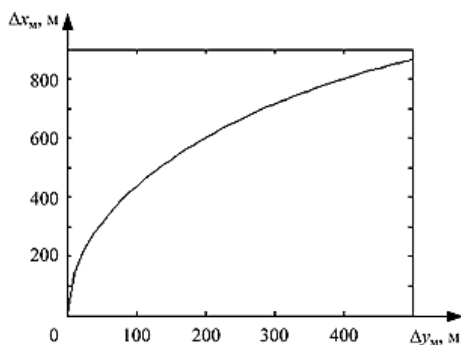


Рис. 5 Характер зависимости протяженности траектории предварительного маневра от перепада высот маневра

Из рисунка 5 видно, что при малых перепадах высот маневра протяженность траектории предварительного маневра многократно превышает значение перепада высот, что обусловлено ограничением радиуса разворота.

Формула (20) преобразуется к виду:

$$x_{HM} = x_B - \sqrt{(y_B - y_{\Pi})(4r_m + y_{\Pi} - y_B)}. \quad (21)$$

Формулы (21) и (19) образуют функциональную зависимость вида $x_{HM} = f(y_{\Pi}, r_m, D, \theta_F)$, используемую для формирования разовой команды начала маневра: $K_{HM} = 0,5[1 + \text{sign}(x - x_{HM})]$.

На практике алгоритмы формирования разовых команд, определяющих интервал режима управления, учитывают необходимость запаса по протяженности указанного интервала, связанную с наличием случайных составляющих характеристик и условий функционирования САУ.

2. Синтез регуляторов пилотажного комплекса для реализации ОРВ

Для синтеза систем максимального быстрого действия уровней автопилотирования и управления движением исполнительных механизмов применим модификацию МСТ. При этом аналогом ЛЗН является линия, параллельная оси времени и смещенная по оси ординат на величину, соответствующую обрабатываемому постоянному входному сигналу – заданному углу поворота ЛА или его рулевой поверхности. Аналогом прямолинейного участка оптимальной траектории, ортогонального ЛЗН, является режим вращения с максимальной

располагаемой угловой скоростью в сторону, соответствующую уменьшению рассогласования по углу. Выполнение условия сопряжения соответствует значению угловой скорости вращения, при которой последующее торможение вращения ЛА максимальной интенсивности обеспечивает одновременное достижение нулевой скорости вращения и заданного угла поворота. Условие сопряжения при управлении вращательным движением ЛА может быть выражено также равенством текущего значения кинетической энергии вращения и работы результирующего момента сил, действующего на ЛА в процессе его поворота на конечный угол, равный разности заданного и текущего углов поворота.

Учитывая ограниченные возможности аналитического проектирования регуляторов для ЛА, а также неизбежно возникающую необходимость рассмотрения вариантов законов управления, специалист, решающий задачу динамического синтеза САУ ЛА, должен иметь возможность оценивания в процессе синтеза частных критериев технической эффективности САУ с использованием имитационных моделей процессов управления, адекватно отражающих совокупность существенных внутренних нелинейных связей объекта управления.

На данном этапе синтеза САУ, реализующей ОРВ, модель движения ОУ должна быть дополнена системой уравнений, описывающих относительное вращательное движения и вращение руля высоты ЛА.

Вращательное движение ЛА в продольном движении описывается системой уравнений:

$$J_z \varepsilon_z = M_z; \quad \frac{d\omega_z}{dt} = \varepsilon_z; \quad \frac{d\vartheta}{dt} = \omega_z; \quad (22)$$

где J_z - главный центральный момент инерции ЛА относительно поперечной оси связанной системы координат; ε_z , ω_z – угловое ускорение и угловая скорость вращения ЛА по тангажу; ϑ – угол тангажа ЛА; M_z – суммарный момент тангажа, обусловленный аэродинамическими силами, действующими на ЛА.

Предполагается, что вектор силы тяги двигателей не создает момента, влияющего на вращение ЛА по углу тангажа.

Для сопряжения модели вращательного движения ЛА и модели привода руля высоты целесообразно выделить управляемую компоненту M_z :

$M_Z = M_{Z_0} + M_{УПР}$, где M_{Z_0} – суммарный момент тангажа, создаваемый аэродинамическими силами, действующими на крыло, фюзеляж и горизонтальное оперение при нейтральном положении руля высоты.

$M_{Z_0} = m_{Z_0} \cdot q \cdot S \cdot b_A$, где m_{Z_0} – коэффициент момента тангажа при нейтральном положении руля высоты, q – скоростной напор, S – площадь крыла, b_A – средняя аэродинамическая хорда крыла.

$m_{Z_0} = m_Z^\alpha \alpha + m_Z^\omega \omega_Z$, где $m_Z^\alpha = \frac{\partial m_Z}{\partial \alpha}$, α – угол атаки корпуса ЛА, $m_Z^\omega = \frac{\partial m_Z}{\partial \omega_Z}$. Указанные частные производные коэффициента момента зависят от числа Маха, определяемого высотно-скоростным режимом полета. $M_{УПР}$ – момент, который возникает при отклонении руля высоты ЛА нормальной схемы на горизонтальном оперении.

$$M_{УПР} = F_{УПР} L_{ГО}, \quad F_{УПР} = C_{YГО}^\delta \cdot \delta \cdot S_{ГО} \cdot k_{ГО} \cdot n \cdot q,$$

где $L_{ГО}$ – плечо горизонтального оперения, равное длине проекции на продольную ось ЛА отрезка, соединяющего центр масс ЛА и центр давления горизонтального оперения.

$C_{YГО}^\delta = \frac{\partial C_{YГО}}{\partial \delta}$ – частная производная коэффициента подъемной силы горизонтального оперения по углу отклонения руля высоты;

δ – отклонение руля высоты от нейтрального положения;

$$|\delta| \leq B_\delta, \quad (23)$$

где B_δ – положительное число, определяющее максимальный уровень угла отклонения руля, обусловленного механическим ограничением; $S_{ГО}$ – площадь горизонтального оперения; $k_{ГО}$ – коэффициент торможения потока в области горизонтального оперения;

$$n = \sqrt{\frac{S_\delta}{S_{ГО}}}, \quad \text{где } S_\delta \text{ – площадь руля высоты.}$$

Уравнение движения руля высоты представим в виде, аналогичном (22):

$$J_\delta \varepsilon_\delta = M_{ПР} + M_{ТР} + M_{Ш}, \quad \frac{d\omega_\delta}{dt} = \varepsilon_\delta, \quad \frac{d\delta}{dt} = \omega_\delta, \quad (24)$$

где ε_δ , ω_δ – угловое ускорение и угловая скорость вращения руля высоты; J_δ – момент инерции руля высоты и всех подвижных частей привода руля (включая элементы системы механической передачи), приведенный к оси вращения руля; $M_{ПР}$ – момент вращающей руль силы,

создаваемой приводом руля; $M_{\text{ТР}}$ – момент всех сил трения, приведенный к оси вращения руля; $M_{\text{Ш}}$ – аэродинамический шарнирный момент.

$$M_{\text{Ш}} = M_{\text{Ш}}^{\alpha} \alpha + M_{\text{Ш}}^{\delta} \delta + M_{\text{Ш}}^{\omega_{\delta}} \omega_{\delta} ,$$

где $M_{\text{Ш}}^{\alpha}$, $M_{\text{Ш}}^{\delta}$ и $M_{\text{Ш}}^{\omega_{\delta}}$ – частные производные шарнирного момента по углу атаки, углу отклонения руля и угловой скорости поворота руля, соответственно. Они зависят от высоты и скорости полета ЛА, геометрических характеристик руля, а также от взаимного влияния аэродинамических сил, действующих на рулевой орган и ЛА. Первые две компоненты $M_{\text{Ш}}$ возникают вследствие несовпадения центра давления аэродинамических сил, действующих на руль высоты, и его оси вращения. Как и все аэродинамические силы и моменты, действующие на ЛА, шарнирный момент пропорционален скоростному напору q .

Принимая $M_{\text{ТР}}$ пропорциональным скорости вращения руля ω_{δ} и объединяя его с аэродинамическим демпфирующим моментом, действующим на руль высоты, представим уравнение движения руля в виде:

$$J_{\delta} \frac{d^2 \delta}{dt^2} - M_{\text{Ш}}^{\omega_{\delta}} \frac{d\delta}{dt} - M_{\text{Ш}}^{\delta} \delta = M_{\text{ПР}} + M_{\text{Ш}}^{\alpha} \alpha. \quad (25)$$

В модели вращения ЛА по углу ϑ ограничение управляющего момента, полного момента тангажа и угловой скорости вращения присутствуют неявно. Они обусловлены ограничением α , введенным на уровне траекторного управления, механическим ограничением угла поворота руля, а также условием физического ограничения скорости при равенстве момента аэродинамических сил, обусловленного статическими параметрами, демпфирующему моменту. В модели движения руля высоты существующие физические ограничения момента привода и скорости вращения задаются в явном виде:

$$|M_{\text{ПР}}| \leq B_M, \quad |\omega_{\delta}| \leq B_{\omega}; \quad (26)$$

где B_M и B_{ω} – положительные числа, определяющие уровни ограничений соответствующих параметров.

На этапе синтеза САУЛА с использованием представленных выше моделей движения ставятся следующие задачи:

1) Синтез регуляторов угла тангажа ЛА ϑ и угла поворота руля высоты δ , обеспечивающих квазиоптимальные по быстродействию процессы отработки заданного угла тангажа $\vartheta_{ЗАД}$ для уровней задающих воздействий, определяемых соотношениями:

$$|\delta_{ЗАД}| \leq B_\delta, \text{ где } B_\delta \text{ соответствует выражению (23);}$$

$$|\vartheta_{ЗАД}| \leq B_\vartheta.$$

Значения B_δ и B_ϑ определены на этапе имитационного моделирования процессов маневра, реализуемых системой траекторного управления для широкого диапазона начальных и заданных конечных условий маневрирования: $B_\delta = 0,26$, $B_\vartheta = 4$. Значения уровней ограничений указаны в радианах. В состав рабочей информации для синтезируемых регуляторов входят измерения углов ϑ и δ , а также измерения производных указанных углов. Таким образом, обратные связи по ускорениям, представленные на обобщенной базовой структуре системы (см. рис. 2), отсутствуют.

2) Минимизация параметров B_M и B_δ , входящих в выражения (26) и определяющих уровни ограничения движущего момента привода и скорости перекладки руля высоты, при сохранении показателей быстродействия отработки $\vartheta_{ЗАД}$ на практически оптимальном уровне, соответствующем отсутствию ограничений вида (26).

Решение второй из рассматриваемых задач соответствует минимизации массогабаритных характеристик привода руля высоты. В данном разделе излагается принцип синтеза квазиоптимальных по критерию быстродействия регуляторов угла тангажа и угла отклонения руля высоты, который основан на формировании регулирующей связи, обеспечивающей выполнение условия сопряжения процесса изменения регулируемой величины с линией ее заданного значения.

Определим заданное значение угловой скорости тангажа ω_Z^* , из условия сопряжения зависимости $\vartheta(t)$ с аналогом ЛЗН, определяемым равенством $\vartheta = \vartheta_{ЗАД}$:

$$\omega_Z^* = \text{sign}(\vartheta_{ЗАД} - \vartheta) \sqrt{2\varepsilon_Z^{\max} (\vartheta_{ЗАД} - \vartheta) \text{sign}(\vartheta_{ЗАД} - \vartheta)} \quad (27)$$

где ε_Z^{\max} – максимальное значение углового ускорения.

К аналогичному результату приводит решение уравнения, выражающее условие сопряжения в форме равенства кинетической энергии вращательного движения ЛА и работы постоянного максимального по абсолютной величине момента тангажа:

$$0.5J_Z(\omega_Z^*)^2 = M_Z^{\max}(\vartheta_{3AD} - \vartheta) \quad (28)$$

где M_Z^{\max} - максимальное значение момента тангажа.

Разделив правую и левую части уравнения (28) на J_Z , учитывая, что

$\varepsilon_Z^{\max} = M_Z^{\max} / J_Z$, и разрешив уравнение относительно ω_Z^* выражение (27).

На основе энергетического условия сопряжения (27) сформируем регулятор энергии вращения для управления углом тангажа ЛА. Заданное значение угловой скорости тангажа ω_Z^* для управления энергией вращения ЛА представим в виде:

$$E_{\vartheta 3AD} = \int_{\vartheta}^{\vartheta_{3AD}} M_Z^{\max} d\vartheta = \tilde{M}_Z^{\max}(\vartheta_{3AD} - \vartheta) \quad (29)$$

где $k_{E\vartheta}$ – коэффициент усиления регулятора энергии, $E_{\vartheta 3AD}, E_{\vartheta}$ – заданное и текущее значение энергии вращения по тангажу, соответственно.

$E_{\vartheta 3AD} = \int_{\vartheta}^{\vartheta_{3AD}} M_Z^{\max} d\vartheta = \tilde{M}_Z^{\max}(\vartheta_{3AD} - \vartheta)$, где M_Z^{\max} , \tilde{M}_Z^{\max} – текущее и среднее значение максимального момента тангажа на участке сопряжения; $E_{\vartheta} = 0.5 \text{sign}(\vartheta_{3AD} - \vartheta) J_Z \omega_Z^2$.

Регулятор, в котором сигнал управления скоростью вращения ω_Z^* формируется в соответствии с формулой (27), будем называть регулятором кинематики вращения (РКВ). Регулятор, в котором указанный сигнал формируется в соответствии с формулой (29), будем называть регулятором энергии вращения (РЭВ).

Для указанных вариантов формирования ω_Z^* применена единая структура регулятора скорости вращения:

$$\delta_{3AD} = k_{\omega Z} \frac{Bq}{q} (\omega_Z^* - \omega_Z), \quad |\delta_{3AD}| \leq B_\delta, \quad (30)$$

где δ_{3AD} – заданное значение угла поворота руля высоты; $k_{\omega Z}$, Bq – коэффициент усиления регулятора и значение скоростного напора для базового режима полета, соответственно; q – текущий скоростной напор.

Аналогичные варианты структур регулятора рассмотрены для контура автоматического управления рулем высоты, реализующего отработку сигнала δ_{3AD} . Для РКВ руля высоты

$$\omega_\delta^* = \text{sign}(\delta_{3AD} - \delta) \sqrt{2\varepsilon_\delta^{\max} (\delta_{3AD} - \delta) \text{sign}(\delta_{3AD} - \delta)}$$

где ω_δ^* – заданное значение угловой скорости поворота руля высоты, $\varepsilon_\delta^{\max}$ – максимальное угловое ускорение вращения руля высоты. Для РЭВ руля высоты $\omega_\delta^* = k_{E\delta} (E_{\delta 3AD} - E_\delta)$, где $k_{E\delta}$ – коэффициент усиления регулятора энергии, $E_{\delta 3AD}$, E_δ – заданное и текущее значение энергии вращения руля высоты и всех подвижных частей привода.

$E_{\delta 3AD} = \int_\delta^{\delta_{3AD}} M_\delta^{\max} d\vartheta = \tilde{M}_\delta^{\max} (\delta_{3AD} - \delta)$, где M_δ^{\max} , \tilde{M}_δ^{\max} – текущее и среднее значение максимального момента, действующего на руль высоты по оси его вращения на участке сопряжения; $E_\delta = 0.5 \text{sign}(\delta_{3AD} - \delta) J_\delta \omega_\delta^2$.

Сигнал управления приводом руля высоты определяется выражением, аналогичным (30): $U_\delta = k_{\omega\delta} \frac{Bq}{q} (\omega_\delta^* - \omega_\delta)$, где $k_{\omega\delta}$ – коэффициент усиления регулятора. Значение сигнала U_δ определяет значение управляющего момента, развиваемого приводом руля высоты.

Для выбора структуры регуляторов проведена сравнительная оценка РКВ и РЭВ методом имитационного моделирования. Первоначально проведена сравнительная оценка вариантов регулятора ϑ , в условиях идеальной отработки δ_{3AD} , результаты которой представлены на рис. 6.

По времени отработки как максимального задающего воздействия по углу тангажа ($\vartheta_{3AD} = 4$), так и задающего воздействия низкого уровня ($\vartheta_{3AD} = 0.2$), при условии $\delta \equiv \delta_{3AD}$ рассматриваемые варианты практически равноценны. В варианте применения РКВ в установившемся режиме наблюдаются автоколебания с амплитудой $\sim 0,3^0$ и частотой ~ 3 Гц.

На следующем этапе проведена сравнительная оценка РКВ и РЭВ угла тангажа с учетом динамических свойств контура управления δ . Результаты моделирования переходных процессов для вариантов

регулятора ϑ с использованием РЭВ руля высоты представлены на рис. 7. На данном этапе в модели регулятора контура δ не учитывались ограничения вида (26).

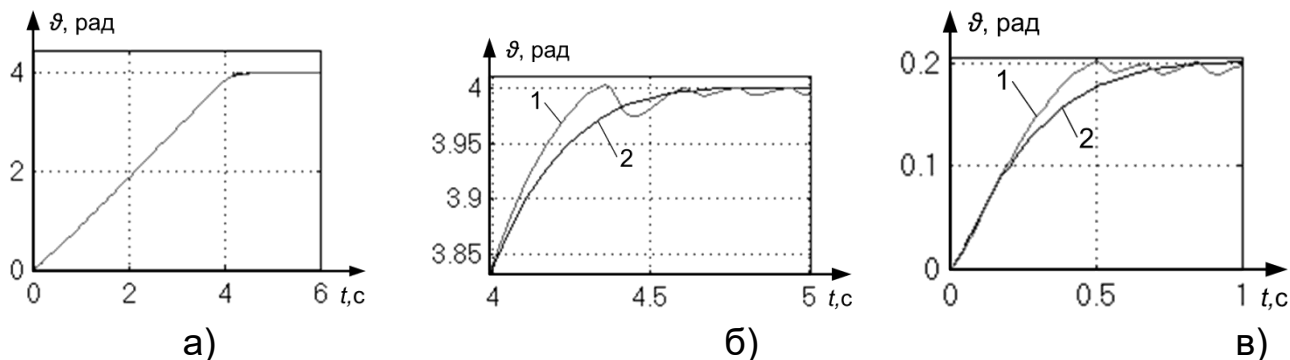


Рис. 6 Сравнительная оценка вариантов регулятора ϑ без учета динамики контура δ : 1 – РКВ, 2 – РЭВ.

а, б – графики переходных процессов отработки $\vartheta_{\text{зад}} = 4$ (б – участок графика а в увеличенном масштабе), в – графики переходных процессов отработки $\vartheta_{\text{зад}} = 0.2$. Эта информация содержится в значениях величин, указанных на осях координат.

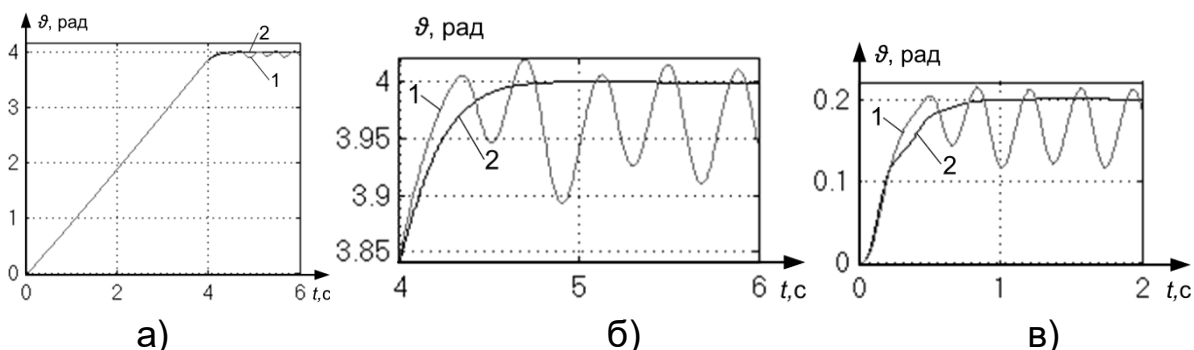


Рис. 7 Сравнительная оценка вариантов регулятора ϑ с учетом динамики контура δ (РЭВ без ограничений максимального момента и скорости перекладки руля) 1 – РКВ, 2 – РЭВ.

Результаты моделирования показывают, что с учетом динамики привода амплитуда установившихся колебаний в контуре управления углом тангажа при применении РКВ достигает недопустимых для установившегося полета значений ($\sim 3^0$). Поэтому в качестве регуляторов пилотажного комплекса ЛА приняты регуляторы энергии вращения.

На следующем этапе синтеза проводится оптимизация проектных параметров привода руля высоты, определяющих ограничения момента

и скорости перекладки руля в соответствии с соотношениями (26). Проблема параметрической оптимизации нелинейных регуляторов для нелинейных объектов управления может быть решена методами, основанными на применении имитационных моделей процессов управления. С целью решения рассматриваемой задачи разработан комплекс имитационного моделирования (КИМ), обеспечивающий построение семейства переходных процессов $\vartheta(t)$ для следующей последовательности задающих воздействий:

$$\{\vartheta_{\text{ЗАД}}^{(1)}; \vartheta_{\text{ЗАД}}^{(2)} \dots \dots \vartheta_{\text{ЗАД}}^{(n)}\} = \{0.1; 0.2; 0.3; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.14; 4.0\}, \quad (31)$$

где $n = 10$, а значения $\vartheta_{\text{ЗАД}}^{(n)}$ указаны в радианах.

С применением КИМ определены критические значения ограничений $B_M^{\text{КР}}$ и $B_\omega^{\text{КР}}$, при которых контур тангажа теряет техническую устойчивость: не обеспечивается постоянного установившегося значения ϑ хотя бы для одного из значений $\vartheta_{\text{ЗАД}}^{(n)}$ последовательности (31). При этом критическое значение по каждому ограничению определяется при условии отсутствия другого ограничения: если $B_M = B_M^{\text{КР}}$, то $B_\omega = \infty$, и если $B_\omega = B_\omega^{\text{КР}}$, то $B_M = \infty$, где отсутствие ограничения выражено равенством его значения бесконечности.

Далее определено минимальное значение $B_\omega = B_\omega^{\text{СТ}}$, обеспечивающее при значении $B_M = B_M^{\text{КР}}$ техническую устойчивость контура тангажа и перерегулирование не превышает 30% величины $\vartheta_{\text{ЗАД}}$. Результат данного этапа синтеза иллюстрирует наличие диапазона ограничений скорости перекладки руля, в котором это ограничение является стабилизирующим фактором. На рис. 8 представлены семейства переходных процессов контура ϑ иллюстрирующие методику оптимизации параметров привода руля высоты.

Значение $B_M \cong 0,85B_M^{\text{КР}}$ практически соответствует нижней границе значений B_M , при которых может быть обеспечена техническая устойчивость контура тангажа.

На заключительном этапе исследования по оптимизации параметров привода руля высоты найдена пара ограничений: $B_M \cong 0,85B_M^{\text{КР}}$, $B_\omega \cong 1,17B_\omega^{\text{СТ}}$, которая обеспечивает качество переходных процессов аналогичное паре ограничений: $B_M = B_M^{\text{КР}}$, $B_\omega = B_\omega^{\text{СТ}}$.

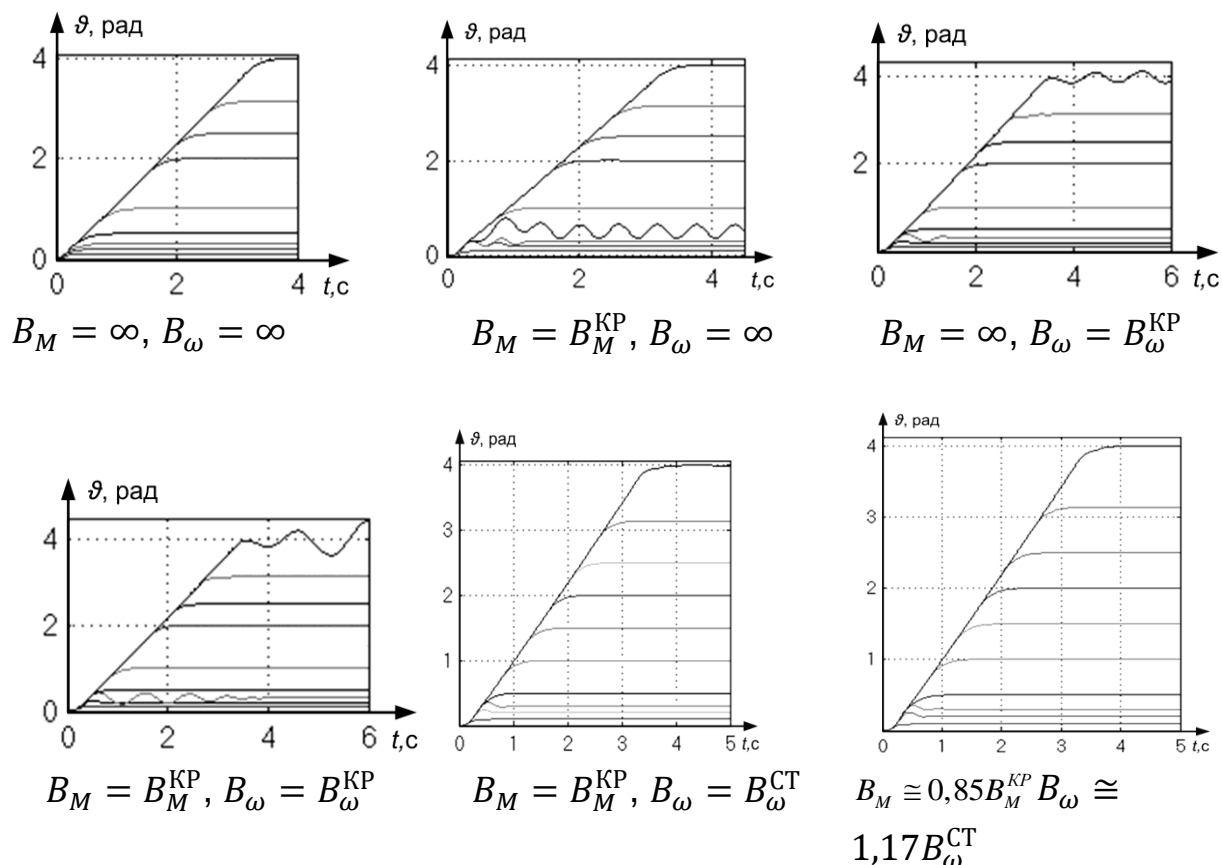


Рис. 8 Переходные процессы контура ϑ для всего диапазона $\vartheta_{ЗАД}$

3. Оценка технической эффективности оптимизации процесса изменения стационарного режима полета ЛА

Оценка технической эффективности оптимизации процесса изменения стационарного режима полета ЛА проведена методом имитационного моделирования маневра перехода ЛА с высоты 2000 м на предельно малую высоту полета (45 – 50 м). При реализации указанного маневра не допускается перерегулирование по высоте. Процесс управления, реализуемый с использованием МСТ, сравнивается с процессом, реализуемым пропорционально-дифференциальным (ПД) регулятором высоты полета, для которого выбраны параметры, обеспечивающие изменение высоты полета без перерегулирования. Результаты сравнения представлены на рис. 9.

Представленные результаты показывают, что регулятор, сформированный с использованием МСТ, позволяет сократить время снижения практически в 2 раза, а дистанцию снижения в 3 раза по

отношению к указанным характеристикам, полученным с использованием ПД регулятора высоты полета.

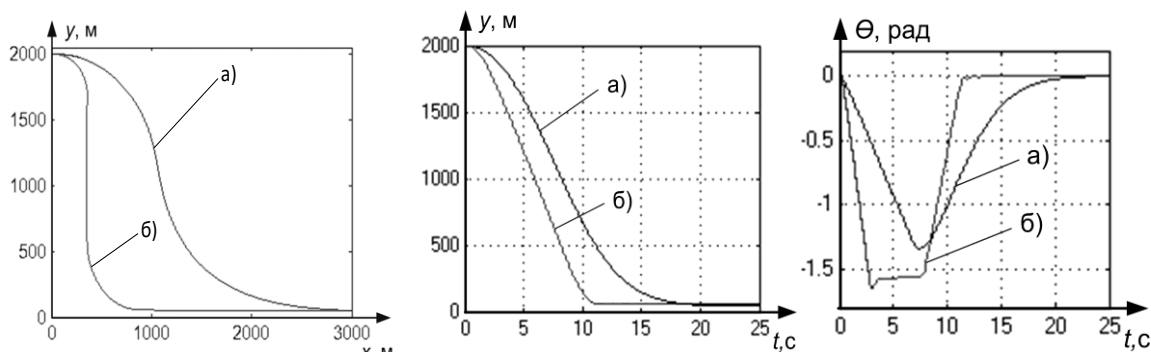


Рис. 9. Сравнительная оценка процессов вывода ЛА на предельно малую высоту:

а) ПД-регулятор высоты, б) маневр с применением МСТ

Заключение

На базе принципов построения систем автоматического управления ЛА, обеспечивающих оптимизацию процессов управления в реальном масштабе времени, синтезирована иерархическая трехуровневая система управления маневренным летательным аппаратом, предназначенная для формирования квазиоптимальных процессов изменения траектории стационарного полета. Синтезирован алгоритм траекторного управления, реализующий текущее программирование направления движения ЛА и формирование траектории, которая соответствует известному результату качественной теории оптимальных процессов, обеспечивающих кратчайший путь перехода подвижного объекта для любых начальной и конечной точек плоскости маневра.

Синтезированы регуляторы пилотажного комплекса для управления продольным движением маневренного ЛА, которые обеспечивают квазиоптимальные по быстродействию процессы обработки сигналов системы траекторного управления. Обосновано применение в контурах управления углом тангажа ЛА и рулем высоты регуляторов энергии вращения, для синтеза которых применен модифицированный метод сопрягаемых траекторий.

Библиографический список

1. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. М.: Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит., 1987. 712 с.

2. Летов А.М. Динамика полета и управление. М.: Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит., 1969. 360 с.

3. Развитие концепции гибких траекторий в задачах терминального управления подвижными объектами / Е. Д. Теряев и др. // Проблемы управления и моделирования в сложных системах (ПУМСС – 2011): сб. тр. XIII Междунар. конф. Самара, Россия, 15 – 17 июня 2011 г. Самарский научный центр РАН. 2011. С. 18 – 23.

4. Буков В.Н. Адаптивные прогнозирующие системы управления полетом. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 320 с.

5. Мотиенко Т.А. Синергетический синтез систем иерархического управления легким самолетом // Изв. ЮФУ. Технические науки. 2011г. №6(119). С.140 – 152.

6. Мушенко А.С. Алгоритм иерархической декомпозиции процедуры синтеза систем управления летательными аппаратами // Изв. ЮФУ. Технические науки. 2013. № 5(142). С. 199 – 204.

7. Мотиенко Т.А. Иерархия регуляторов в задачах управления пространственным движением летательных аппаратов // Cloud of Science. 2014. Т, 1. № 2. С. 223 – 229.

8. Кикин И.С. Алгоритм терминального управления дальностью полета аэробаллистического летательного аппарата // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2017. № 5. С. 13 – 22.

9. Мещерский И.В. Работы по механике тел переменной массы. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952. 277 с.

10. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5 т. Т. 4. Теория оптимизации систем автоматического управления /под. ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 744 с.

11. Кикин И.С. Синтез системы управления движением маневренного летательного аппарата. // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2018. № 1. С. 3 – 13.

12. Кикин И.С. Метод управления траекторией вывода маневренного летательного аппарата на линию заданного направления. // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2017. № 4. С. 8 – 17.

13. Кикин И.С. Алгоритм управления траекторией вывода летательного аппарата в заданную точку с заданным траекторным углом.

// Вестник компьютерных и информационных технологий. 2017. № 12. С. 3 – 11. doi: 10.14489/vkit.2017.12.pp.003-011

14. Dubins L.E. On curves of minimal length with a constraint on average curvature, and with prescribed initial and terminal positions and tangents. // American Journal of Mathematics., 1957. Vol. 79., № 3., P. 497 – 516.

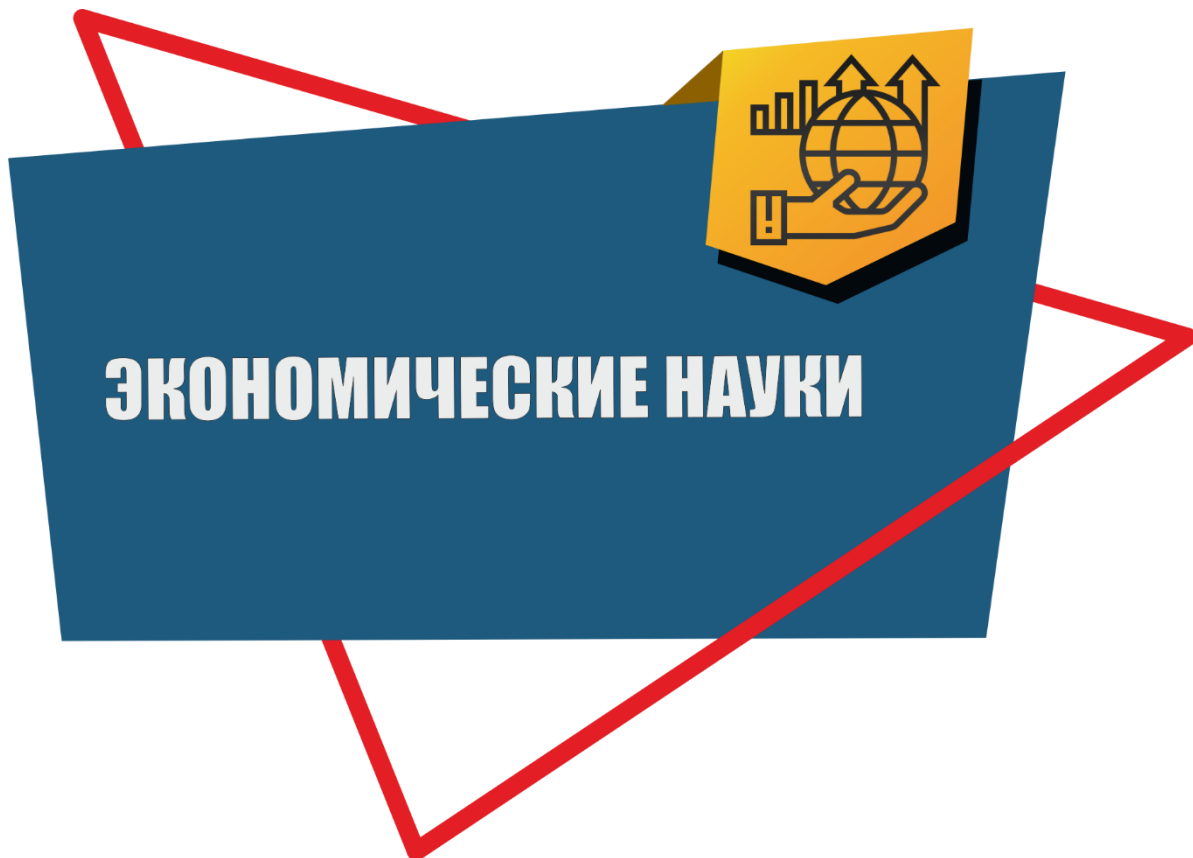
15. Рогачев Г.Н. Использование генетического алгоритма с отсечением по времени в задаче синтеза программного регулятора для машины Дубинса/ // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер.: Технические науки. 2011. № 3 (31). С. 27 – 32.

16. Формирование структуры траекторного управления летательного аппарата и многокритериальной оптимизации ее параметров / Е. М. Воронов и др. // Вестник Моск. гос. техн. ун-та им. Н. Э. Баумана. Сер.: Приборостроение. 2014. № 5. С. 16 – 39.

17. Беляев А.В. Пять доступных лекций по наведению ракет. М.: Либроком, 2011. 80 с.

18. Паньков С.Я., Забураев Ю.Е., Матвеев А.М. Теория и методика управления авиацией: учеб. пособие. В 2-х ч. Ч. 1 / под общ. ред. В. А. Мещерякова. Ульяновск: Изд-во Ульяновского высш. авиац. училища ГА, 2006. 209 с.

©Кикин И.С., 2023



ГЛАВА 4

УДК 338.5

Агапова А.В.,
PhD, associate professor,
North-West Institute of Management - branch of RANEPА,
Saint-Petersburg, Russia

POST CLEARANCE CUSTOMS CONTROL IN THE RUSSIAN FEDERATION WITHIN THE EAEU

Annotation The main directions of post clearance customs control development in Russia were considered. Based on the statistics of the Federal Customs Service of Russia, an analysis of the use of such a form of TC HTP as customs inspection after release was carried out.

Keywords customs business, customs control of goods, post clearance customs control

Accelerating customs operations related to the movement of goods and vehicles across the customs border of the EAEU, increasing the efficiency of customs control, and reducing the time costs of customs declaration, is one of the foundations for improving customs control after the release of goods (hereinafter referred to as the CCARG). It also contributes to maintaining a balance between the development of foreign trade relations of the EAEU member states and ensuring the economic security of states in modern conditions. By automating the processes of customs control, it becomes possible to identify a greater number of violations of the EAEU legislation in a shorter period of time, and also, using modern technologies and software tools, it becomes possible to track the illegal movement of goods and vehicles on the territory of the EAEU Member States.

The Decree of the Government of the Russian Federation [1] reflects the main objectives of the formation of new approaches to the organization and conduct of the CCARG (Fig.1)

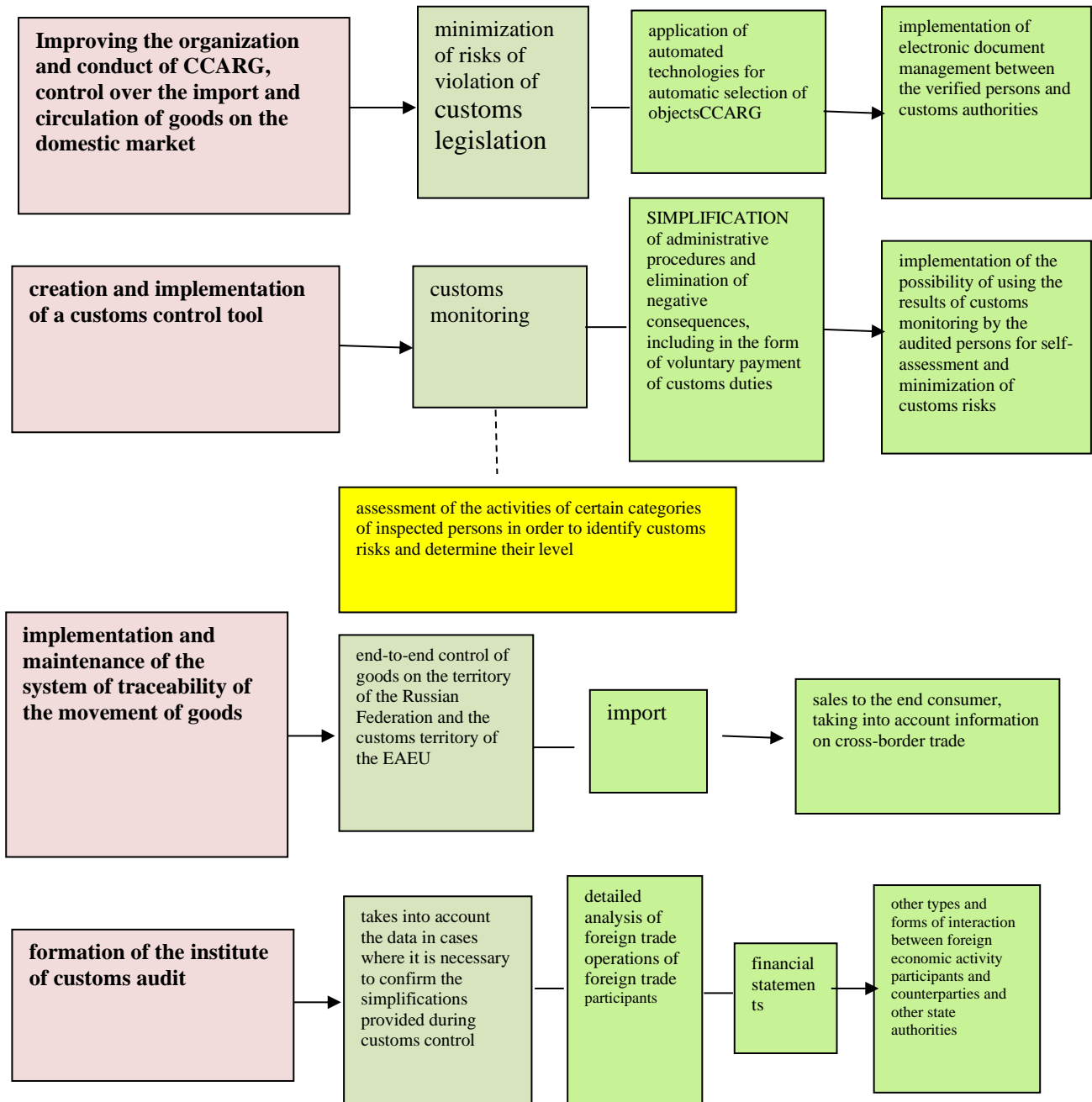


Fig.1. The main goals of the formation of new approaches to the organization and conduct of the CCARG[1]

The effectiveness of the activities of the customs authorities (hereinafter referred to as the CA) is carried out through the supervision and control of the law enforcement activities of the CA in order to assess the fulfillment of the tasks set in accordance with the development strategy. The strategy identifies four main areas of improvement of customs control.

For example, one of the primary tasks is to minimize the risks of violation of customs legislation, through the use of automated technologies, which, in turn, contribute to the automatic selection of CCARG objects, which reduces the burden of customs officials (hereinafter referred to as CO). Electronic document management is carried out on the basis of such software tools as UAIS and AIST-M. Customs monitoring is used to assist participants in foreign economic activity in determining their risk level thus, the persons being inspected can independently assess their level of risk and monitor compliance with the law and ensure the timely payment of customs duties. The functioning of the goods traceability system makes it possible to track the movement of goods after their release and to ensure the collection, storage and accounting of information about these goods in order to reduce the import and movement of goods in violation of customs legislation. Customs audit minimizes the risks of foreign economic transactions, verifies the authenticity and legality of financial statements, and also contributes to the strengthening of supervisory economic activities, within which the CA increases the efficiency of administrative units. The tasks for implementing new approaches are presented detaily in Figure 2.

Thus, customs control is the only form of customs control that is applied exclusively after the release of goods, which is why CA pay much attention to improving this form of control.

Customs verification consists of comparing the information contained in the documents submitted to the customs authority when placing goods under a certain customs procedure with accounting and reporting data, with invoices, as well as other information.

The grounds for the appointment of customs control(CC) are:

- information received by the CA, information received from business communities, information from citizens, from the EAEU member states, the results of COown analytical work, information from controlling law enforcement agencies (Federal Tax Service, Ministry of Internal Affairs, FSB, prosecutor's office);

- information that is provided by law enforcement units of the CA.

Having analyzed the results of the application of the FCC ARG at the level of the Federal Customs Service of Russia in accordance with the development strategy until 2030, it was established that the main form of 2017-2022 was the CC (Fig. 3). Therefore, further, we will analyze in detail the conduct of this form of customs control.

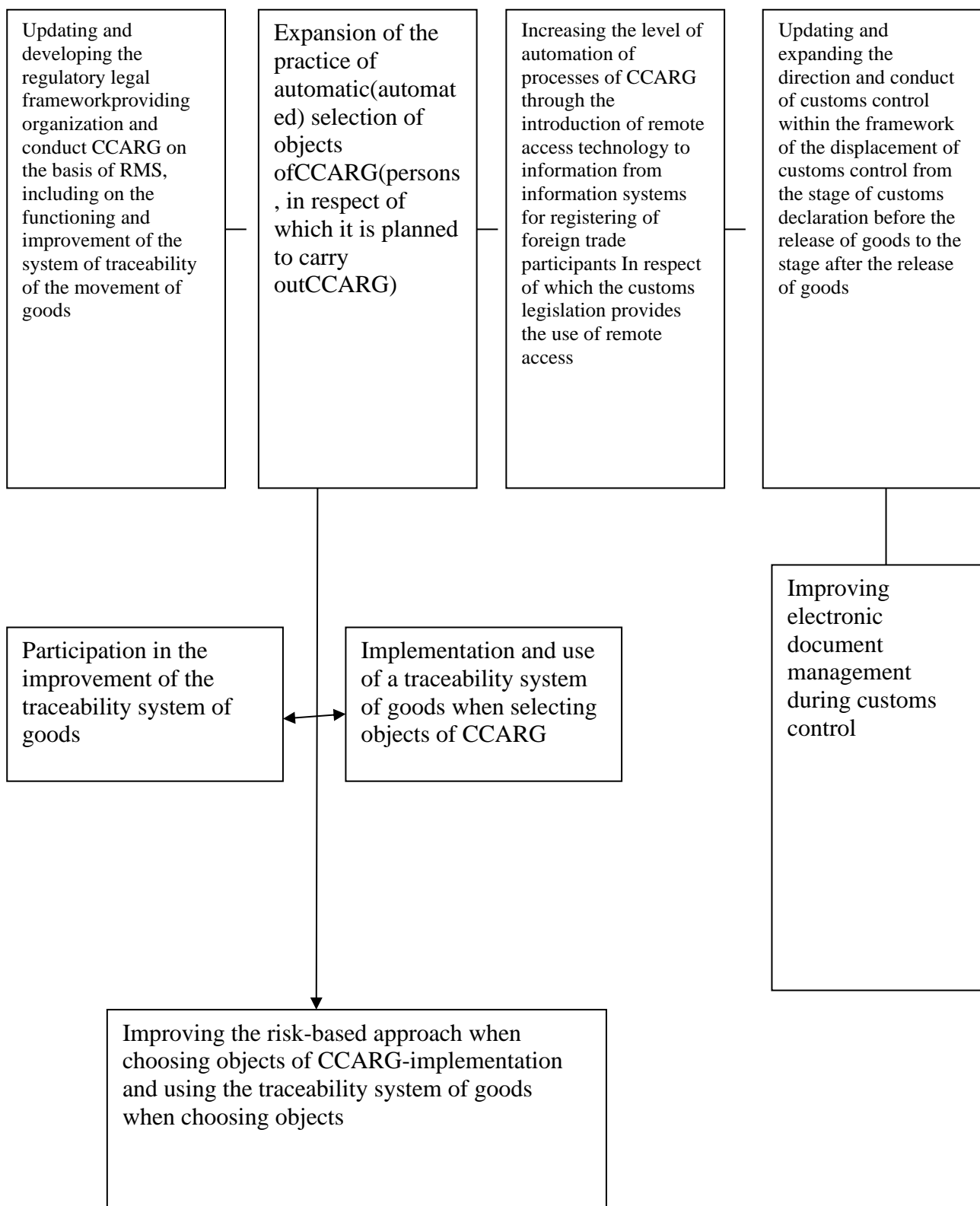


Fig.2. Tasks of implementation of new approaches to the application of CCARG [1]

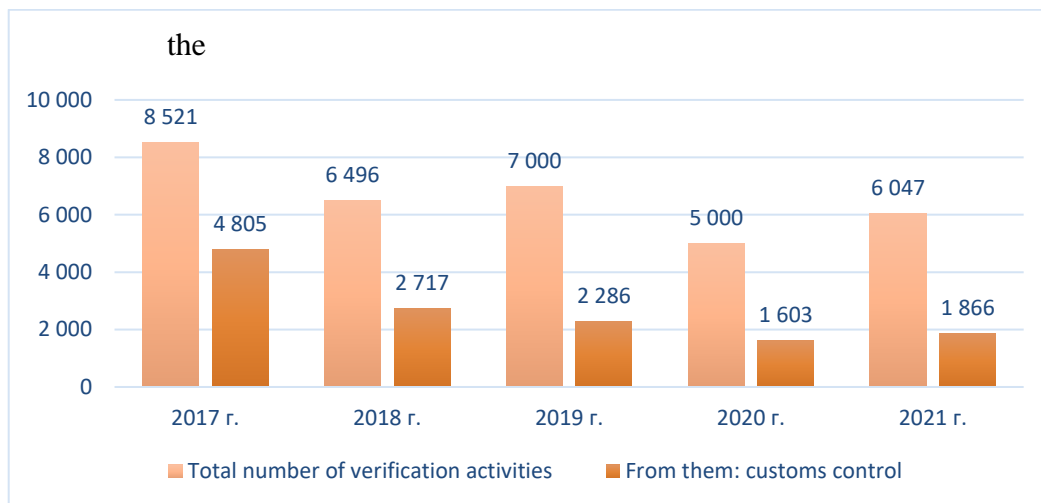


Fig.3. Statistics of verification activities of the CCARG and customs inspections carried out by the Federal Customs Service of Russia, the number of measures [2]

Customs inspections are of two types: cameral and on-site. The CCI is appointed by the head of the CA that conducted the inspection, the person being inspected is notified of the conduct of this form of control.

Table 1 Differences between the cameral customs inspection and the on-site one

Signs of a customs check	Cameral	On-site
Division in totypes		Scheduled, unscheduled , counter
Frequency of carrying out in relation to one foreign trade participant	No limits	1. scheduled - once a year; -In a relation to AEO -once in 3 years; 2. unscheduled and counter- not limited
Term of conducting	90 calendar days	2 months
Possibility of extension	120 calendar days	1 month
Suspension of term	Not provided	9 months

On-site customs control (hereinafter referred to as the on-site CC) is carried out directly with the exit to the person being inspected. CA goes to the location of the legal entity, as well as to its actual address of the activity. There are three types of on-site CC:

— scheduled. It is carried out on the basis of a CA inspection plan, no more than once a year in respect of the same person being inspected.

— unscheduled. The basis for conducting the on-site CC is inaccurate information provided by the person being checked - for example, the application of a person carrying out activities in the field of foreign economic activity to obtain the status of AEO. Also, the basis may be the data obtained, which will indicate a possible violation of the requirements of the legislation, data obtained in the field of information analysis on the databases of state control bodies of the EAEU Member States and other data. It is important to mention that as soon as there is a basis for conducting an unscheduled inspection, the CA can also appoint a counter-inspection.

— counter. It can be carried out by persons associated with the audited person for transactions, for operations with goods, if it is necessary to confirm the information received from the audited person.

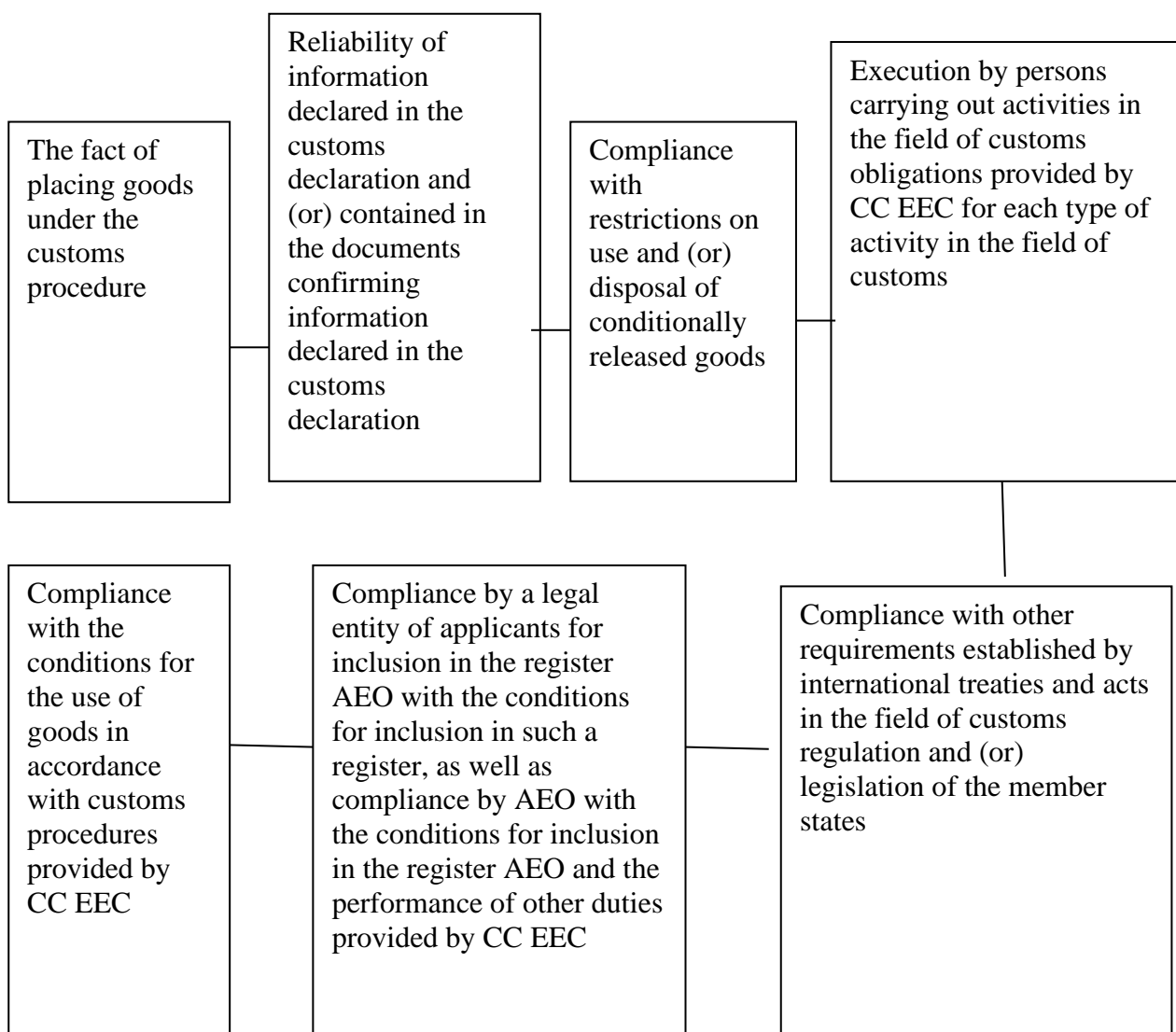


Fig.4. Questions to be checked

The implementation of the discussed above steps makes it possible to increase the efficiency of customs control and ensures the integration of CA into the international system of administration of the CC ARG.

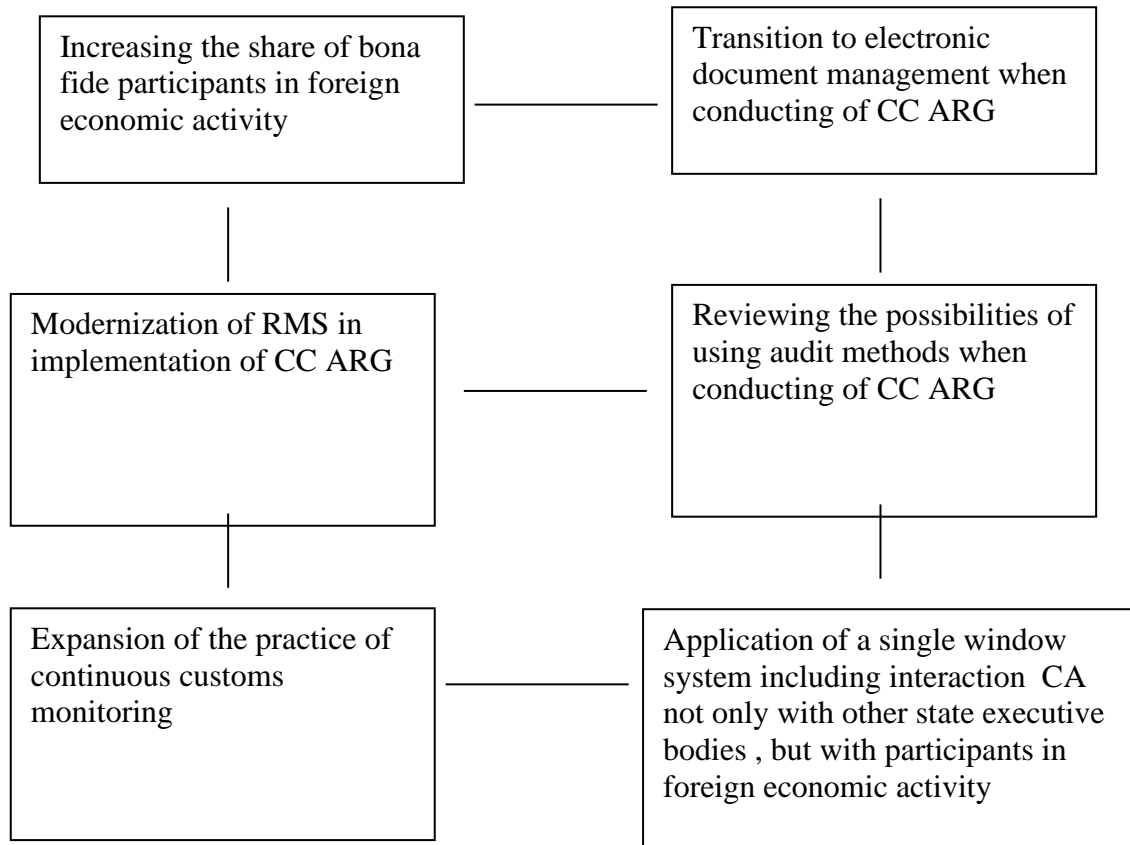


Fig. 5. Steps aimed at simplifying trade and conducting business of participants in foreign economic activity in the implementation of the CC ARG.

The selection of the CC ARG object is according to the data presented in Table 1.

Such areas include: automation of the selection of CCARG objects, the introduction of customs audit and customs monitoring, the use of a risk management system (hereinafter referred to as the RMS) and the use of the "digital twin" technology (hereinafter referred to as the Model). In addition to the key areas for improving and increasing the effectiveness of the CCARG, it is also necessary to highlight the difficulties in implementing electronic interaction of CA with participants in foreign economic activity within the framework of the CC, which contribute to the emergence of digital technologies in the activities of the CCARG units and electronic interaction with

stakeholders. One of the problems of improving the CCARG is the problem of choosing customs control objects, therefore, in 2021, a model for the selection of customs control objects based on the "digital twin" technology of foreign economic activity participants was developed and approved. Currently, work to automate it is underway.

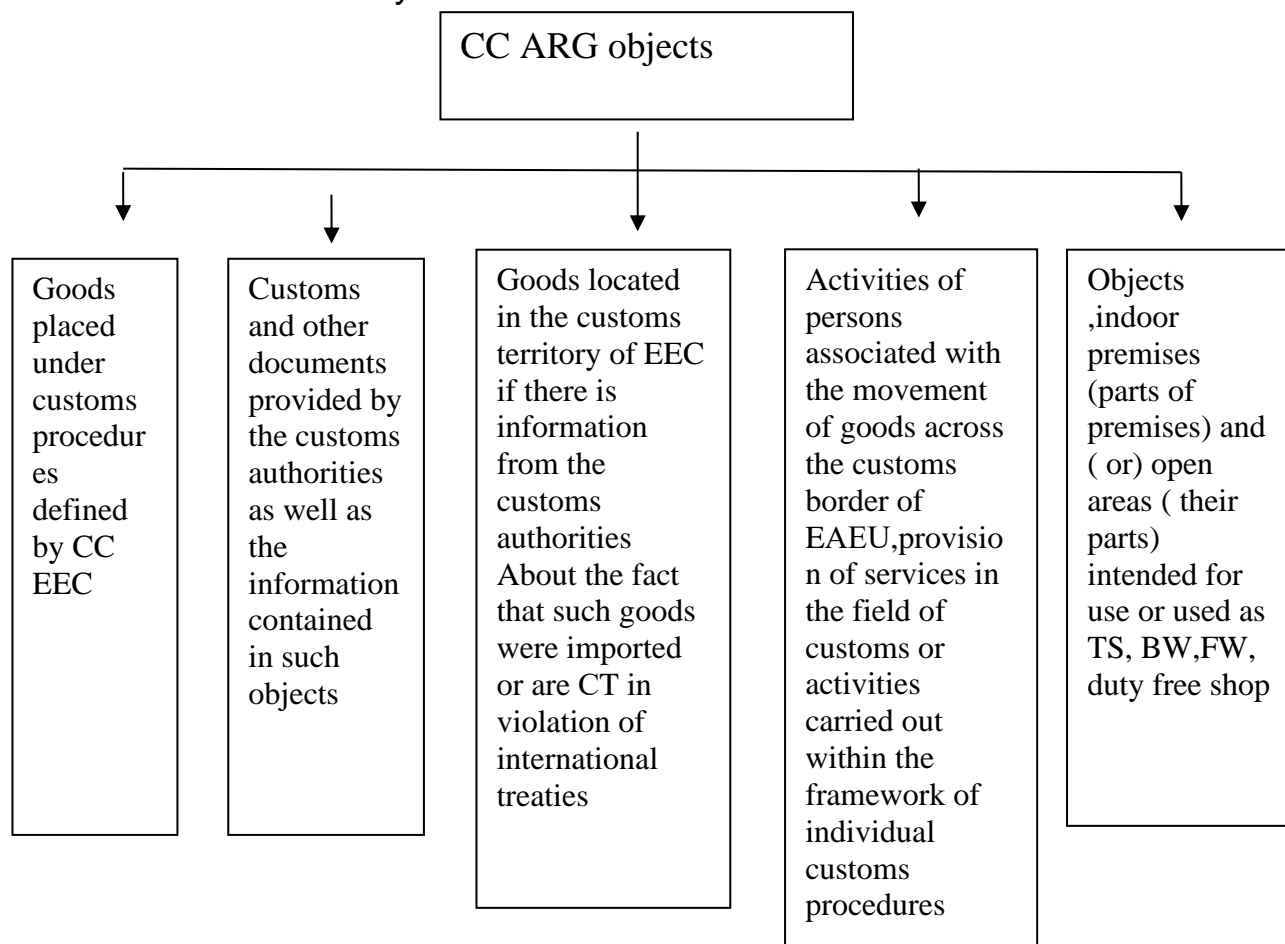


Fig.6. Objects of customs control after the release of goods

Also, it should be noted that a national system of traceability of the movement of goods from their import into the territory of the EAEU member states and their departure from this territory is being created. This system allows you to provide a qualitatively new level of CCARG, by implementing the tasks presented in Figure 7.

The development of information technologies is one of the target areas for improving the activities of the customs service. Thus, in order to implement the tasks defined by the Strategy - 2030, the indicator "Share of customs control objects after the release of goods, in respect of which selection is applied using

information technologies, in the total number of customs control objects after the release of goods" (for 2020 - 5%) was established.

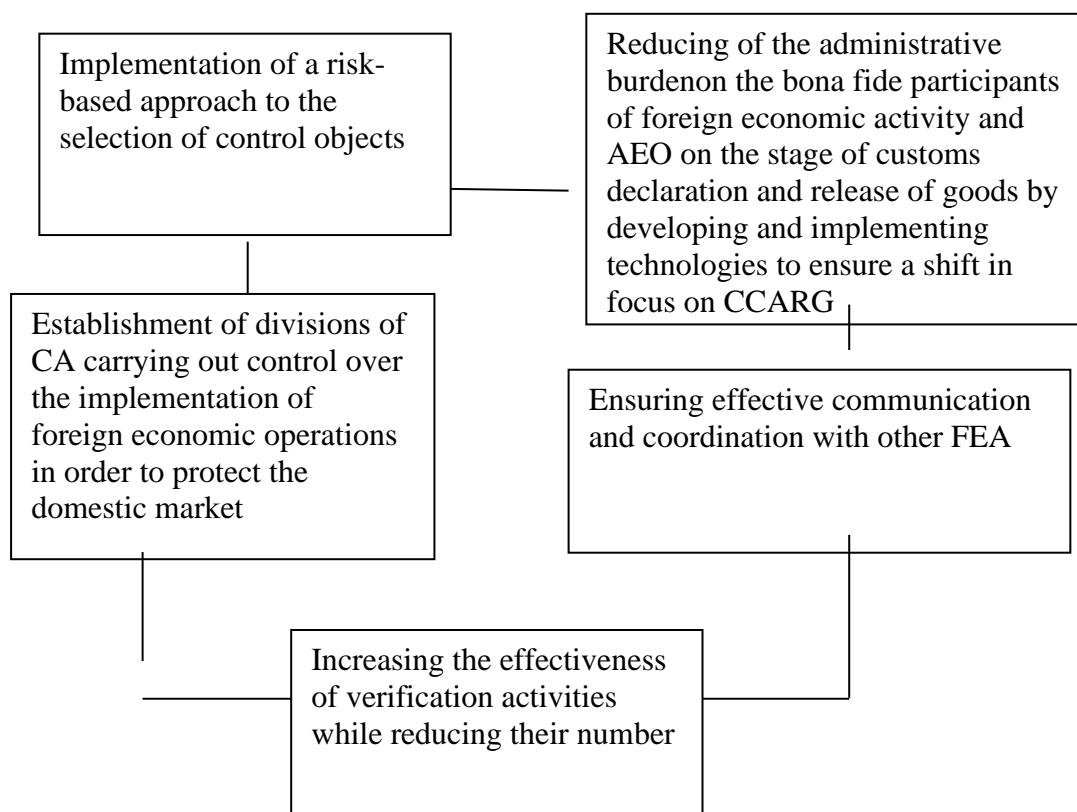


Fig. 7. Tasks of the national system of traceability of the movement of goods

The growth of indicators is due to the effective introduction of information technologies within the framework of the CCARG. Next, we will analyze the results of the CCARG for the periods 2017-2021. Since the main form of CCARG is CC (according to Fig. 3), a detailed analysis of the results of the use of CCARG forms in the FCS of Russia will be carried out on the basis of indicators of the effectiveness of the CC (Fig. 7).

The figure shows the results of customs administration in the direction of CCARG, which are the number of CC and the amount of customs payments, penalties and fines collected.

After analyzing the data of the Federal Customs Service of Russia for the period 2017-2021, on average, one customs inspection accounts for approximately 9,357,454 million rubles, collected customs payments, penalties, fines. Despite the fact that the number of CC is decreasing, the share of the amounts of customs payments collected increases in direct proportion to the decrease in the number of inspections carried out.

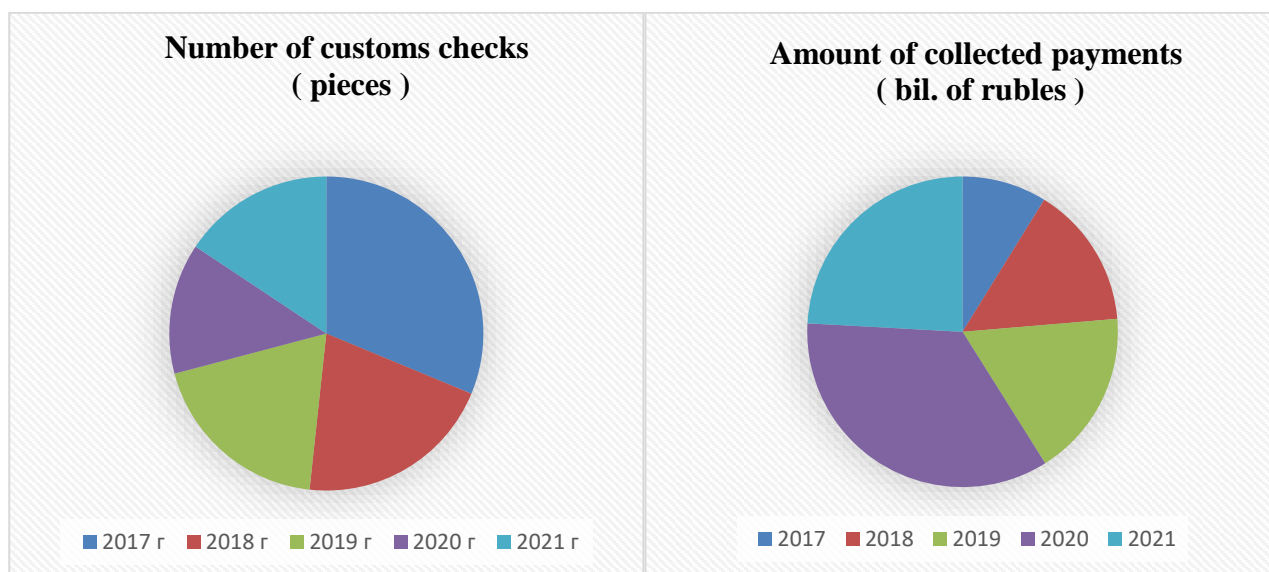


Fig. 8. Results of customs inspections after the release of goods according to the Federal Customs Service of Russia [2]

Next, we consider the indicators of the NWCA according to the results of the CC for 2017-2021. The trend to reduce the number of inspections and increase of their efficiency by increasing the collected CC continues. This trend is observed due to an increase in the efficiency of the CCARG. Based on this, we can conclude that the increase in the effectiveness of control activities within the framework of the CCARG is expressed in an increase in the number of effective CC and an increase in additional accruals of CC based on their results.

It should also be noted that, when benchmarking the results of the CCARG in the period from 2017 to 2021, it is possible to formulate a conclusion that the CA is much closer to the targets established by the provisions of the Strategy, including in the part of the indicator "Share of customs control objects after the release of goods, in respect of which selection using information technologies is applied, in the total number of customs control objects after the release of goods", almost doubling the figure.

It seems most significant that, with a steady decrease in the quantitative indicator of the CC, the amounts collected as a result of the audits steadily increased and reached their peak in 2021, which may indicate a possible increase in the performance indicator in 2022, taking into account the need to further introduce improved software tools and information technologies in the process of conducting CC with conducting CCARG.

The need for joint and well-coordinated work of the Federal Customs Service of Russia with other state regulatory bodies is necessary in order to minimize the risks of violation of legislation in various fields. Within the framework of the interdepartmental electronic interaction of federal executive bodies at this stage, interrelated detections of violations of the law are already traced, while the results are based on the same type of information data used in the framework of the control of departments.

The Federal Tax Service of Russia reveals violations of tax legislation, and from the point of view of customs violations - an inaccurate statement of information about the customs value when importing goods. In turn, Rosinfomonitoring also reveals violations in terms of customs value control. Violations in the field of safety of products of foreign circulation and the legality of its presence on the territory of the EAEU member states are controlled by Rospotrebnadzor (Russian consumer supervision body). Violations in the field of forestry and the detection of cases of illegal logging are recorded by the Federal Forestry Agency, compliance with non-tariff regulation measures, namely prohibitions and restrictions (hereinafter referred to as PandR) is controlled by the Rosselkhoz nadzor (Russian agriculture supervision body). The Ministry of Internal Affairs of Russia – a violation in the context of illegal trafficking in products. Each federal executive body in the context of technology development is focused on maximum automation and digitalization.

The information provided by various federal executive bodies can also be used in directories, in the Automated Information system software tool "Centralized register of subjects of foreign economic activity", and will also contribute to the improvement of methods of selecting CCARG objects within the framework of the Model. In the segment of successful implementation of Coordinated Control Activities (according to the analysis of Fig.19,22), the level of joint work, collection and analysis of incoming information about persons and ongoing inspections are of key importance. Using the data received from the Ministry of Industry and Trade regarding the SIS Marking, the data of the inspections of the Federal Tax Service of Russia and Rospotrebnadzor, it is possible to build an analysis algorithm for the selection of CCARG objects. Also, one of the problems faced not only by CA, but by the Federal Tax Service of Russia is the existence of one-day firms, and the database of the Ministry of Internal Affairs of Russia can contribute to their identification and elimination.

The interaction of the Federal Customs Service and the Federal Tax Service of Russia is of particular importance in the general system of

interdepartmental interaction between federal executive bodies. This is due to similar functions to ensure the collection of taxes and fees to the budget, as well as the composition of the information that is available to the departments and is of great importance in planning and conducting CCA customs and tax control. In order to increase the indicators of the departments in the direction of collection of customs and tax payments, a quarterly plan of operational measures was formed. This plan takes into account the direction of improvement of activities and forms specific branches of control, as well as identifies signs of violations of the law.

Based on the provisions of the chapters, it can be emphasized that the activities of the CA on the application of the FCCARG provide a set of provisions and factors that are an important component for accelerating the performance of customs operations during the customs control of goods, and, as a result, the movement of goods across the customs border of the Union. The procedure for the application of the FCCARG is influenced by the degree of development of cooperation between the Federal Customs Service of Russia and other regulatory bodies, the level of their trust in each other, the compliance of the activities of CA with international acts of harmonization of world trade, the level of technical and technological development of information technologies of states, the ability to ensure the security of server data.

It should be noted that each FCCARG is an integral part of customs operations, despite the common goal, is unique and deserves special attention and the development of proposals for their improvement. At the same time, the conduct of CC is one of the most promising areas for the development of CCARG. In addition, the practical implementation of the "Digital Twin", cross-border inspections, data protection programs of the Federal Customs Service of Russia and participants in foreign economic activity cannot be fully implemented without mutual Protocols, Agreements and an integrated approach to the implementation of activities by all participants of the process, in accordance with the Strategy for the Development of Customs Authorities until 2030 in several aspects.

Creation of a repository of a single tax base, in which, in accordance with the technology of "cloud storage" of the CO states will be able to have direct (without forming requests) access to data on completed "foreign trade" operations, the introduction of new information technologies aimed at automating the directions of data packages, processing large amounts of data and self-learning software, as well as the introduction of a communication

channel "participant of foreign economic activity - the customs authority" using secure communication channels and technologies that minimize the likelihood of unauthorized access by persons without the right of access. In order to implement promising areas, it is necessary to develop and improve the material base for the application of CCARG and personnel training of CO.

REFERENCES

1. Order of the Federal Customs Service of Russia of August 25, 2009 No. 1560 "On Approval of the Procedure for Checking Documents and Information after the Release of Goods and (or) Vehicles" (as amended on November 15, 2018)
2. Final report on the results and main activities of the Federal Customs Service of Russia in 2019, 2020 [Electronic Resource]. – Режим доступа: <https://customs.gov.ru/activity/results/itogovye-doklady-o-rezultatax-deyatel-nosti/document/268607>

© Агапова А.В., 2023

ГЛАВА 5

УДК 316.334.2

Воронов А.А.,
кандидат физ.-мат. наук, профессор
Воронежский институт высоких технологий,
Воронежский институт ФСИН России,
Российская академия естественных наук (Воронежское отделение РАН),
г. Воронеж, РФ

ПЛАНИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: УПРАВЛЕНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ, РАЗВИТИЕ

Аннотация. В работе анализируются основные вопросы принятия решений при планировании организации и функционирования социально-экономических систем с учетом сложившейся обстановки, потребностей общества и государства. Рассматриваются проблемы дальнейшего развития социально-экономических систем и вопросы обеспечения их надежности и устойчивости, управления их безопасностью.

Делается вывод, что сегодня общая цель развития российского государства и всех его систем (подсистем, субъектов, элементов) ориентируется на консолидацию общества, безусловную победу в СВО, развитие Вооруженных Сил, высоких технологий, социальную поддержку населения и обеспечение прав и свобод человека и гражданина.

Ключевые слова. Государство, эффективность, устойчивость, комплексная безопасность, надежность, экономическая система, социальная система, правовая система, стабильность, вероятность отказа, комплексная безопасность, развитие, воздействие, законность.

Voronov A.A.,
Cand. Sci (physical and mathematical),
Voronezh Institute of high technologies,
Voronezh Institute Federal Penitentiary Service of Russia,
Russian Academy of Natural Sciences (Voronezh Branch),
Voronezh, Russian Federation

PLANNING FOR THE RELIABILITY OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS UNDER UNCERTAINTY: MANAGEMENT, SECURITY, DEVELOPMENT

Abstract. The paper analyzes the issues of decision-making in planning the reliability of socio-economic systems. The problems of further development of socio-economic systems and issues of ensuring reliability and stability, security are considered. It is concluded that the goal of the development of the Russian state is the consolidation of society, victory in a special military operation, the development of the Armed Forces, high technologies, ensuring the rights and freedoms of man and citizen.

Key words. State, efficiency, sustainability, integrated security, reliability, economic system, social system, legal system, stability, failure probability, integrated security, development, impact, legality.

Современное развитие общества и государства для многих из нас не является четко определенным, поскольку сегодня не до конца определены и оценены уровни внешних и внутренних угроз. Мы не знаем, какой фактор внешнего или внутреннего воздействия на государство или на его отдельный институт является определяющим, но мы точно знаем, что любое воздействие извне приводит к определенному отклику.

Актуальность выбранной нами тематики работы в настоящее время чрезвычайно велика, поскольку именно сегодня, находясь в своего рода условиях неопределенности, Россия стоит на пороге принятия решения о дальнейшем своем развитии. И большинству россиян просто необходимо владеть информацией о том, что нам делать и как нам жить?

Еще несколько лет назад, 18 марта 2018 г. в ходе выборов Президента народ России принял решение следовать сформировавшемуся в прошлое десятилетие политическому, правовому и экономическому курсу. Очевидно, что наши граждане не хотели резких перемен. Они хотели и хотят независимости, определенной стабильности, повышения уровня законности, формирования профессиональной, независимой и справедливой судебной системы, правоохранительной системы с высоким уровнем доверия общества, появления и развития институтов гражданского общества, развития нормальной, востребованной системы образования и здравоохранения, возможности трудоустройства и т.д. Но как это

обеспечить и с чего начинать, а точнее продолжать развивать и улучшать созданное?

Сложившаяся сегодня в мире острая геополитическая обстановка, попираание всех норм международного права и фактическое отсутствие гарантий для соблюдения права собственности со стороны коллективного Запада (это мы видим на примере замороженных или конфискованных активов России, российских юридических и физических лиц недружественными странами Запада), необъективность при принятии решений международных организаций (включая ООН, МАГАТЭ, ПАСЕ), наконец, явная угроза национальной безопасности России привели к относительно вынужденной, но правильной и необходимой смене (а точнее, корректировке) курса развития российской социальной и экономической системы.

С учетом изложенного, достаточно важным и полезным для изучения становится именно проблематика дальнейшего развития основных систем жизнеобеспечения, в первую очередь экономической и социальной, которые в большинстве своем находятся в тесном взаимодействии. высокотехнологичным, цифровым сферам, развитию IT-технологий, структурам ВПК [1]. Мы здесь намеренно не говорим о корректировке развития иных определяющих систем (правовой, информационной, военно-промышленной, образовательной и т.д.), поскольку, хотя они являются также определяющими и тесно связанными с изучаемыми системами, но по причинам необходимости разделения проблематики исследования их анализ в работе не проводится, исходя из тематики исследования.

В настоящей работе в качестве объекта исследования мы определяем социально-экономическую систему, под которой понимаем не нечто абстрактное, а конкретные субъекты хозяйственной деятельности (организации коммерческие и некоммерческие, учреждения, саму экономическую и социальную системы как на федеральном, так и на региональном уровнях).

Планирование надежности социально – экономической системы.

Как отмечается в научной литературе, применительно к сложным системам необходимо выделять целевую надежность, связанную с надежностью подсистем и элементов систем, выполняющих конкретные целевые функции [2, с. 28]. В частности, для промышленного предприятия

целевую надежность будут определять элементы (подразделения), отвечающие за управление и выпуск соответствующей продукции. Для хозяйствующего субъекта, оказывающего услуги (например, юридические) целевую надежность будут определять элементы системы, отвечающие за кадровый состав и качества оказываемых услуг.

Вполне очевидно, что процедура или алгоритм принятия решений при планировании организации и функционировании системы строится из определения правил поведения системы (ее элементов), исходя из поставленной цели и наличия внешних и внутренних угроз. Соответственно, на этой основе строится алгоритм принятия решений по выполнению обозначенных целей.

К слову сказать, поиск необходимого варианта поведения системы должен осуществляться из набора (или массива) допустимых вариантов поведения системы, которые прорабатываются органами управления. В дальнейшем данный подход можно использовать при разработке соответствующей модели поведения системы, которые воспроизводят возможные результаты поведения системы и критерии ее надежности.

Сегодня, в этот сложный (и в политическом, и в экономическом, и в правовом отношении) период, который мы переживаем, существует много различных проблем, которые в той или иной степени влияют на выработку мер эффективности. В частности, меры эффективности могут оказаться не фиксированными, а могут изменяться со временем в зависимости от разных причин.

Другим фактором, усложняющим поставленную задачу, является наличие в механизме системы элементов, выполняющих несколько взаимозависимых друг от друга функций.

И, наконец, в большинстве систем одним из важнейших мер эффективности является минимизация издержек или максимальное получение прибыли (здесь мы не указываем социально-ориентированные, так называемые, «некоммерческие» системы).

Надежность – свойство системы сохранять в течение определенного промежутка времени значение параметров, характеризующих функционирование системы. Надежность – это комплексное свойство системы, зависящее от ее безотказности, ремонтпригодности, долговечности и т.д. [3,с.37].

Мы видим, что понятие надежности в большей степени характеризуется техническими терминами, но в их определении легко

понять и экономический смысл. Например, «ремонтпригодность» экономической системы или ее субъекта (хозяйственной деятельности) может предполагать устранение нарушений в функционировании, «безотказность» и «долговечность» - устойчивое, успешное и длительное нахождение субъекта на рынке и т.д.

Функционирование системы предполагает постоянное взаимодействие образующих его элементов. Поэтому внешние воздействия, причинив повреждения одним элементам системы, окажут влияние на показатели качественного состояния (надежности) и элементов, не подвергнувшихся влиянию этого воздействия непосредственно.

Надо отметить, что для одних систем, таких как системы вооружений и военная техника, форс-мажорные обстоятельства, формализуемые в настоящей работе в виде импульсных воздействий, являются «обычными» условиями эксплуатации. Подобные системы должны быть подготовлены для пребывания в условиях форс-мажорных обстоятельств длительное (или достаточное для достижения поставленных целей) время.

Для других систем, таких как социально-экономические, правовые и т.п., несмотря на то, что времена их пребывания в условиях форс-мажорных обстоятельств очень малы, важно знать их реакцию на импульсные воздействия, поскольку они могут оказаться губительными для систем [4].

Нельзя обойти стороной вопрос о сложности структуры системы. Как утверждают исследователи, сложность структуры системы заключается в наличии большого числа элементов, составляющих систему, и отсутствия тривиальных связей между ними. Очевидно, чем запутанней и трудней для восприятия связи между элементами системы, тем сложнее проследить распространение импульсного воздействия по системе [5].

Функционирование системы в условиях внешних воздействий зависит от того, к каким элементам в начальный момент времени было приложено некое внешнее воздействие. Полный анализ структуры системы ввести структурные параметры стойкости системы, которые определяют наиболее желательный вид структуры для обеспечения стойкости системы. Если структура не удовлетворяет выбранным параметрам, то после принятия соответствующих управленческих решений возможно ее изменение для повышения устойчивости системы.

Определяющим фактором социально-экономической, равно как и любой иной системы является ее безотказность, а ее количественной характеристикой - вероятность безотказности

$$P \rightarrow (t) = W(T \geq t) \quad (1)$$

Где $W(T)$ - вероятность того, если отказ системы и произойдет, то не ранее определенного времени t .

Функция $P(t)$ обладает следующими свойствами:

$$P(0) = 1, P(\infty)=0, P(t_2) \leq P(t_1) \text{ при } t_2 > t_1,$$

т.е. функция $P(t)$ – невозрастающая по времени функция. Эта функция называется функцией надежности или просто надежностью системы [6, с.20].

В противоположность функции надежности всегда имеется функция отказа системы – вероятность того, что система откажет в работе (функционировании) в течение некоего времени $T < t$.

$$Q \rightarrow (t) = W(T < t) \quad (2)$$

Функция $Q(t)$ обладает соответствующими свойствами

$$Q(t): Q(0)=0, Q(\infty) =1, Q(t_2) \geq Q(t_1) \text{ при } t_2 > t_1$$

Соответственно,

$$Q \rightarrow (t) + P(t) = 1 \quad (3)$$

$$Q \rightarrow (t) = 1 - P(t) \quad (4)$$

Отметим также, что определяющим критерием (показателем) надежности системы и ее субъектов (элементов) является так называемая плотность распределения времени безотказной работы (времени работы системы до отказа $f(t)$).

Исходя из научных данных и теории вероятности [6, с. 21]

$$f \rightarrow (t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(1 - P(t)) = -\frac{dP(t)}{dt} \quad (5)$$

Функция $f(t)$ на практике (экспериментальным образом) определяется отношением числа отказавших элементов системы в единицу времени к числу всех проверяемых (испытываемых) элементов системы.

Единственной проблемой применения данной формулы является то обстоятельство, что она применима в основном к невозстанавливаемым системам, т.е. в случае, когда неисправные (отказавшие) элементы не заменяются новыми или исправленными [7, с. 10].

Если рассматривать анализируемую систему, как сбалансированную, функционирующую на основе определенного алгоритма (плана, стратегии) ее надежность можно определить через надежность каждого элемента:

$$P_{\rightarrow}(t) = \prod_{j=1}^n p_j(t) \quad (6)$$

где $P(t)$ – надежность системы в определенный момент времени t ,
 $p_j(t)$ – надежность j -того элемента системы, n – число отказавших элементов системы.

Из указанной формулы видно, что надежность сбалансированной плановой системы зависит от надежности всех элементов и становится равной нулю в случае равенства нулю надежности хотя бы одного из них.

Оценивая надежность экономической и социальных систем в современных условиях, мы с уверенностью должны отметить, что функции управления системами в целом нацелены на максимально быстрое и эффективное устранение проблемы при отказе (нарушении в функционировании) определенных элементов (подсистем, субъектов). Мы не можем говорить о полном отказе систем, т.к. это фактически невозможно. При этом, рассматривая в рамках анализа надежность комплексной системы, можно говорить об отказах ее отдельных элементов (например, банкротство хозяйствующего субъекта).

Определение критериев надежности системы зависит от выбора органами управления системы ее поведения. Здесь основную роль играют факторы целеполагания, т.е. что в итоге хочет добиться система, получить максимальную прибыль или, напротив, минимизировать потери, или оказать соответствующий объем услуг с максимальной эффективностью и т.д. Данные факторы целеполагания связаны или напрямую связаны с организационно-правовой формой хозяйствующего субъекта, уставными

целями, «коммерческой» направленностью или основными планами и целями развития всей комплексной системы (здесь мы имеем ввиду не отдельный субъект хозяйственной или социальной деятельности, а всю экономическую и (или) социальную системы в целом).

Также следует обратить внимание, что при планировании надежности систем необходимо изначально определить для себя меры эффективности, правильность выбора которых повлияет как на разработку математической модели, так и на результаты.

Оценка оптимального поведения социально –экономической системы в современных условиях с позиций инновационного развития и обеспечения комплексной безопасности.

Сегодня общая цель развития российского государства ориентируется на консолидацию общества, безусловную победу в СВО, развитие Вооруженных сил, высоких технологий, социальную поддержку населения и обеспечение прав и свобод человека и гражданина. В этих, казалось бы, всем понятных фразах кроется необходимость формирования надежной и стабильной экономической основы, поскольку без устойчивой экономики остальные направления реализовать попросту невозможно.

Экономическая деятельность должна, в первую очередь базироваться на развитии промышленных производств, высокотехнологичных направлений промышленности, сельского хозяйства, высоких технологий, приборостроение. Вполне очевидно, что среди высокотехнологичных областей особое внимание следует уделить авиакосмической отрасли, электротехнической, автомобилестроительной, кораблестроительной и другим отраслям.

Негативные тенденции межгосударственных отношений на международной арене, диверсификация экономики ставят сегодня перед управленцами задачу по разработке различных мер и проведения мероприятий, направленных не только на обеспечение устойчивости всей экономической, социальной системы, но и ее развития.

Стабильность функционирования государственных институтов, спокойное развитие гражданского общества, уверенность граждан в завтрашнем дне, мирная внешнеполитическая обстановка - вот те

краеугольные элементы системы, которую принято называть элементами обеспечения комплексной безопасности.

Под безопасностью понимается состояние и условия жизнедеятельности социума, его систем, структур, институтов и установлений, при которых обеспечивается сохранение их качественной определенности с объективно обусловленными инновациями в ней и свободное, соответствующее собственной природе и ею определяемое функционирование при исключении или нейтрализации возможности причинения им какого-либо ущерба, вреда либо придания развитию нежелательных динамики или параметров [8].

В России на сегодня действительно много проблем, которые в совокупности образуют угрозы комплексной безопасности государства и его подсистем. В этой части, рассуждая о проблемах комплексной безопасности, необходимо вести речь о необходимых мерах, направленных на ее обеспечение и на минимизацию возникающих извне и внутри угроз.

Серьезным фактором, влияющим на общую обстановку в функционировании основополагающих систем (экономической, правовой, социальной, политической, ВПК и др.) являются санкции, накладываемые в бесчисленном количестве нашими бывшими партнерами, ненавидящими Россию по своей сути. При этом, как мы может видеть, что, не смотря на некоторые неудачи, в целом государство оперативно отреагировало на влияние угроз, практически с минимальными потерями практически во всех сфера жизнедеятельности. Кроме того, как нам кажется, наступил именно реальный переход от имитации перестройки функционирования систем к их реальной деятельной модернизации. Это и развитие ВПК и усиление Вооруженных Сил, развитие высоких технологий, производство лекарств, медицинского оборудования, развитие сельского хозяйства, корректировка подходов в образовательной системе, развитие институтов гражданского общества, наконец, безусловное социальное обеспечение нуждающегося населения.

Буквально недавно Президент России в режиме видеоконференции принял участие в ежегодном совещании судей судов общей юрисдикции, военных и арбитражных судов Российской Федерации, посвященном подведению итогов работы российской судебной системы в 2022 году и приоритетным задачам на текущий год. В ходе совещания Глава

государства обратил особое внимание на качество работы судебной системы, обеспечение эффективной защиты прав, свобод и законных интересов наших граждан. В этом залог развития России как правового демократического государства, страны с высокими социальными стандартами, конкурентным деловым климатом и привлекательной национальной юрисдикцией [9].

Сегодня, с нашей точки зрения, основная угроза безопасности российской экономики – это отсутствие серьезной научной базы в области передовых производств и технологий, забюрократизированность институтов исполнительной власти, коррупция, недостаточно эффективная судебная система, отсутствие реальной ответственности чиновников и наличие в органах управления экономикой либеральных кадров ельцинской эпохи, отказывающихся менять принципы организации экономики и хозяйственности России в современных условиях.

Состояние системы образования и науки очевидно будет требовать серьезной перестройки. Сложно говорить сейчас о преимуществах и недостатках ЕГЭ, Болонской системы, системы оценивания публикационной активности российских ученых по индексам цитирования в системах Web of Science или Scopus. Но одно очевидно, рано или поздно мы вынуждены будем вернуться к базовым принципам советской научной и образовательной школ. Будет ли это сделано в полном объеме, неизвестно, но основные подходы и принципы будут применяться обязательно.

Важнейшим элементом укрепления безопасности страны является обеспечение законности, построение правового государства, повышение доверия населения к правоохранительной, судебной системам, создание действенных институтов, способных реально обеспечить защиту прав и свобод граждан и законных интересов хозяйствующих субъектов.

Сегодня, можно лишь с уверенностью констатировать, что обеспечение комплексной безопасности государства возможно лишь при правильном определении потенциальных и реальных угроз, подборе и согласовании функциональных целей и методов их нейтрализации или минимизации, а также при условии единства согласованных целей и действий всех элементов указанной системы.

Управленческие решения в области обеспечения безопасности социально – экономической системы с ориентацией на экономическую стабильность и устойчивость системы.

Под обеспечением безопасности хозяйствующего субъекта как системы следует понимать целенаправленную деятельность всех ее элементов (подсистем), включая подсистемы управления по выявлению, предупреждению всех имеющихся угроз безопасности хозяйствующего субъекта (правовых, информационных, экономических, технологических и др.) и противодействию им в качестве обязательного и непрерывного условия защиты интересов субъекта. Сущность этой деятельности определяется политикой обеспечения безопасности, формулируемой подсистемой управления хозяйствующего субъекта как системы [10].

Как уже отмечалось, понятия «надежность и безопасность» функционирования сложных систем берут начало из технических дисциплин.

Изучение закономерностей и причин возникновения отказов технических систем и их узлов, разработка методов оценки и повышения их надежности, являются предметом исследований надежности. Надежность системы определяется надежностью составляющих эту систему элементов: чем выше надежность каждого элемента, тем выше надежность всей системы [11].

Понятие устойчивости также заимствовано экономической наукой в теории систем, когда экономические объекты стали рассматриваться как сложные и разнообразные хозяйственные системы. В системном анализе и синтезе устойчивость используется в комплексе интегральных характеристик сложного объекта, отражающих его взаимодействие со средой, внутреннюю структуру и поведение, и является одним из первичных качеств любой системы. В общем смысле под устойчивостью понимается способность системы сохранять некоторое ее свойство по отношению к возмущению или неопределенности некоторых параметров самой системы или внешней среды. Устойчивость во взаимосвязи с другими первичными качествами системы, а именно с надежностью, управляемостью, самоорганизацией, обеспечивает ее живучесть, т. е. относительно продолжительный период существования системы, в течение которого она выполняет основные присущие ей функции, стремясь к достижению поставленных целей, а также способствует ее

эффективности, что, в конечном счете, формирует безопасность системы [12, с. 16].

Устойчивость и безопасность - важнейшие характеристики единой системы. Устойчивость экономики характеризует прочность и надежность ее элементов, вертикальных, горизонтальных и других связей внутри системы, способность выдерживать внутренние и внешние нагрузки, восстанавливать установившееся нормальное состояние после внезапного его нарушения каким-либо внешним или внутренним фактором. Безопасность - это состояние объекта в системе его связей с точки зрения способности к самовыживанию и развитию в условиях внутренних и внешних угроз, а также действия непредсказуемых и труднодоступных факторов. Чем более устойчивы экономическая система, тем жизнеспособнее экономика, а, значит, и оценка ее безопасности будет достаточно высокой. Нарушение пропорций и связей между разными компонентами системы ведет к ее дестабилизации и является сигналом перехода экономики от безопасного состояния к опасному» [13, с. 47].

Достаточно интересным для понимания устойчивости экономической системы следует считать т.н. синергетический эффект. Ученые отмечают, что устойчивость экономической системы, ее способность к компенсации внутренних и внешних флуктуаций, к их адаптации, определяется устойчивостью норм экономического поведения как конкретных индивидов, так и их групп. В рамках системного подхода речь идет о том, что именно благодаря совокупности институций и институтов взаимодействие между экономическими субъектами в рамках системы приводит к генерированию суммарно большего результата, чем если бы субъекты действовали разрозненно [14]. Соответственно, устойчивость экономических систем выражается в их способности противостоять изменениям во внешней и внутренней среде, что проявляется в выполнении системой своих основных функций и сохранении базовой структуры.

Внешние флуктуации, изменяющие среду, не будут моментально приводить к трансформации институтов, поскольку поведение экономических агентов по большей части рутинно. Поэтому в процессе управления устойчивостью той или иной экономической системы необходимо учитывать степень устойчивости всех

элементов системы, а также количество элементов, сложности связей и способов институционального взаимодействия между ними [15, с. 378].

Не вдаваясь в подробности анализа механизма принятия решения, направленного на обеспечение экономической и правовой безопасности, отметим, что основная роль в принятии решения должна отводиться специальным субъектам управления, напрямую имеющим отношение к соответствующей сфере противодействию угроз (это могут быть как экономические факторы, так и угрозы в сфере правоприменения). При этом определяющую роль в принятии необходимого решения, с нашей точки зрения, играет фактор законности, который во многом зависит от профессионального уровня субъекта, принимающего решение. Итоговое управленческое решение по обеспечению безопасности должно носить законный характер и опираться на исключительно правомерные действия.

Список используемой литературы

1. Воронов А.А. Инновационные процессы функционирования хозяйственных систем как объекты изучения современной инноватики // Инновационная наука, 2022. № 12-1. С. 74-77.
2. Сандлер Д. Техника надежности систем. М.: Издательство «Наука», 1966. – 300 с.
3. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И. А. Рябинин СПб.: Политехника, 2000, 247 с.
4. Кочкаров А.А. Обеспечение стойкости сложных систем. Структурные аспекты / Кочкаров А.А., Малинецкий Г.Г. // https://library.keldysh.ru/prep_vw.asp?pid=2605&pos=1 (дата обращения 19.02.2023 г.).
5. Малинецкий Г.Г. Базовые модели и ключевые идеи синергетики. Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, №70.- М. : ИПМ, 1994. - 21 с.
6. Андреев А.В. Теоретические основы надежности технических систем /учебное пособие/ А,В. Андреев, В. В. Яковлев, Т.Ю. Короткая. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. — 164 с.
7. Павлов П.П. Основы теории надежности электромеханических комплексов: учебное пособие / П.П. Павлов, Р.С. Литвиненко. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2017. – 92 с.

8. Бельков О.А. Понятийно-категориальный аппарат концепции национальной безопасности// Безопасность: Информационный сборник Фонда национальной и международной безопасности. – 1994. – № 3. – С. 91-94.

9. Совецание судей судов общей юрисдикции, военных и арбитражных судов 14.02.2023 г. // <http://www.kremlin.ru/events/president/news/70510>.

10. Воронов А.А. К вопросу о структурировании решений, принимаемых субъектом хозяйственных отношений при обеспечении экономической и правовой безопасности // Актуальные вопросы современной науки и практики / Сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч.1 / – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2023. – 280 с. С. 113-118.

11. Мезенцева Л.В. Устойчивость, надежность и безопасность функционирования физиологических систем / Л.В. Мезенцева, С.С.Перцов, // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25. № 2. С. 149 -155.

12. Михалев О. В. Экономическая устойчивость хозяйственных систем: методология и практика научных исследований и прикладного анализа. — СПб.: Издательство Санкт-Петербургской академии управления и экономики, 2010. — 200 с.

13. Экономическая безопасность России: общий курс: [учебник] / [Сенчагов В. К. и др.]; под ред. В. К. Сенчагова ; Рос. акад. наук, Ин-т экономики, Центр финансово-банков. исслед., Рос. акад. естеств. наук, Секция «Проблемы макроэкономики и соц. рыноч. хоз-ва». - [2-е изд.]. - Москва : Дело : Акад. народ. хозяйства при Правительстве Рос. Федерации, 2005. - 895 с.

14. Вахрушев Д.С. Управление устойчивостью экономических систем: методологический синтез синергетики и институциональной теории / Д.С. Вахрушев, Н.А. Вахрушева, Д.А. Терентьев // Теоретическая экономика. №5., 2017. С. 9-18.

15. Олейник А.Н. Институциональная экономика: Учебное пособие / А.Н. Олейник. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 416 с.

© Воронов А.А., 2023

ГЛАВА 6

УДК 338

Леонова О.С.

Канд. экон. наук, КФУ,
г. Казань РФ

Ветошкина Е.Ю.

Канд. экон. наук, доцент КФУ,
г. Казань РФ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕОРГАНИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. Рассмотрены отдельные вопросы реорганизации хозяйствующих субъектов в современных геополитических условиях. Дана оценка формам реорганизации хозяйствующих субъектов в условиях ухода с российского рынка или приостановления деятельности иностранных компаний. Оценена возможность использования механизмов реорганизации для передачи иностранных активов недружественных стран российским организациям и другим странам.

Ключевые слова. Реорганизация хозяйствующих субъектов. Формы реорганизации. Уход с российского рынка иностранных компаний. Приостановка деятельности иностранных компаний. Покупка и передача активов иностранных компаний российским организациям. Реорганизация иностранных компаний на территории России.

Leonova O.S.

Candidate of Economic Sciences of KFU,
Kazan, RF

Vetoshkina E.Yu.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of KFU,
Kazan RF

ECONOMIC ASPECTS OF REORGANIZATION OF BUSINESS SUBJECTS IN MODERN GEOPOLITICAL CONDITIONS

Annotation. Some issues of reorganization of economic entities in modern geopolitical conditions are considered. An assessment is given to the forms of reorganization of economic entities in the conditions of leaving the Russian market or suspending the activities of foreign companies. The possibility of using reorganization mechanisms to transfer foreign assets of unfriendly countries to Russian organizations and other countries is assessed.

Keywords. Reorganization of business entities. Forms of reorganization. Leaving the Russian market of foreign companies. Suspension of activities of foreign companies. Purchase and transfer of assets of foreign companies to Russian organizations. Reorganization of foreign companies in Russia.

Весной и летом 2022 года иностранные компании в массовом порядке заявили о приостановке своей деятельности, а, впоследствии, многие из них заявили об уходе с российского рынка. Фонд Центр стратегических разработок (ЦСР) опубликовал доклад «Картина иностранного бизнеса в новых экономических условиях». По национальным меркам России масштабы сворачивания иностранного бизнеса небольшие. Но, среди них есть несколько крупных и множество небольших компаний. Согласно данным доклада ЦСР: 7% крупнейших иностранных компаний заявили об уходе из России; 34 % иностранных крупных компаний ограничили свою деятельность на российском рынке [4]. При этом, иностранные компании продают или передают свои локальные активы новым собственникам. Передача активов в российском законодательстве производится с использованием механизмов реорганизации. Даже при покупке компаний российскими организациями, во многих случаях, требуется последующая реорганизация, так как нарушены цепочки поставок, связи с поставщиками и приходится искать новые направления развития бизнеса уже с российскими поставщиками и покупателями.

В целом, понятие «реорганизация» широко используется в российском законодательстве. Эффективность работы хозяйствующего субъекта может быть повышена путем изменения его организационной структуры с помощью реорганизации. Причины, приводящие к необходимости реорганизации, многочисленны и, в каждом конкретном случае, различаются. Это может быть увеличение масштабов

хозяйствующего субъекта и изменение его организационно-правовой формы. Возможна реорганизация и в результате конкурентной борьбы на рынке, а именно поглощение мелких компаний или разделение крупных организаций.

Нередко встречаются случаи, когда у собственников компании возникают неразрешимые разногласия, связанные с управлением фирмой, ролью и участием собственников в бизнес-проектах, разделением доходов, видением дальнейшего развития компании. Указанные разногласия возникают, как правило, когда фирма начинает развиваться, и у нее значительно увеличиваются прибыль, доходы. В этом случае, «на помощь» приходит реорганизация. В ряде случаев, проще преобразовать бизнес на основе использования реорганизации, путем разделения, чем пытаться договориться. Использование форм реорганизации позволяет, в определенных случаях, и оптимизировать налогообложение. Для определенных видов работ, услуг, в результате реорганизации, появляется возможность использовать наиболее выгодные, а именно, оптимальные системы налогообложения. В целом, же решение о реорганизации, связано со стремлением собственников, управленческого аппарата к повышению эффективности работы хозяйствующего субъекта и укреплению его позиций на рынке.

Реорганизация предприятий, с определенными особенностями, осуществлялась и в советской экономике. Реорганизация производилась в распорядительном порядке вышестоящими организациями. Использовались, в основном, формы присоединения и слияния. Это было связано с тенденциями к укрупнению предприятий, переходом к трех или двухзвенной системам управления.

В экономической литературе выделяют два возможных способов реорганизации: реорганизация бизнеса и реорганизация юридического лица [3]. При реорганизации бизнеса может меняться структура управления и производственные и административные связи внутри хозяйствующего субъекта. При реорганизации юридического лица меняется размер активов хозяйствующего субъекта и источников их финансирования; могут ликвидироваться действующие и появляться новые юридические лица.

Особое значение, имеет реорганизация хозяйствующих субъектов на современном этапе, в условиях, когда множество иностранных компаний уходят с российского рынка. В то же время, иностранные активы остаются

на территории России и могут быть переданы в управление российских субъектов. В этих условиях, возможно, использование различных форм реорганизации: укрупнение компаний, их разделение, преобразование в иные организационно-правовые формы. Поэтому, основная цель реорганизации, независимо от ее формы, это продолжение функционирования хозяйствующего субъекта в измененных условиях, расширение перспектив его деятельности и развития.

Вопросы реорганизации юридических лиц регулируются гражданским законодательством. В Гражданском Кодексе предусмотрены статьи 57-60 ГК РФ, посвященные вопросам реорганизации. Вопросы реорганизации экономических субъектов поднимаются и в Законах об акционерных обществах (статьи 15 и 19), об обществах с ограниченной ответственностью (статьи 51 и 55). Вопросы, связанные с реорганизацией, раскрываются и в статье 16 Закона о бухгалтерском учете, в Приказе Минфина РФ от 20 мая 2003г. N 44н "Об утверждении Методических указаний по формированию бухгалтерской отчетности при осуществлении реорганизации организаций".

В статьях 57-60 ГК РФ зафиксировано, что реорганизация хозяйствующих субъектов проводится в виде: слияния, присоединения, разделения, выделения и преобразования. Как правило, реорганизации юридического лица проводится по решению его учредителей (участников) либо органа юридического лица, уполномоченного на то учредительными документами. Но, согласно Гражданского кодекса РФ, в случаях установленных законом, реорганизация юридического лица в форме разделения или выделения может быть проведена и по решению уполномоченных государственных органов, а также по решению суда. В современных, сложных геополитических условиях, следует разрешить, по нашему мнению, при определенных условиях шире использовать осуществление реорганизации в принудительном порядке.

В действующем законодательстве предусмотрены пять форм реорганизации юридических лиц: слияние, присоединение, выделение, разделение, преобразование. Гражданское законодательство также допускает и сочетание указанных форм реорганизации. Процесс реорганизации опирается на особый порядок перехода всех активов, всех имущественных прав и обязанностей предшествующего хозяйствующего субъекта к его преемнику на основании передаточного акта или разделительного баланса. Характерная особенностью реорганизации

является передача прав и обязанностей реорганизуемых, одного или нескольких, юридических лиц реорганизованным, одному или нескольким, юридическим лицам полном объеме.

Можно выделить общие процедуры реорганизации:

- заключается договор, в котором, в зависимости от формы реорганизации, предусматривается порядок, условия и сроки ее проведения и завершения;

- проводится совместное заседание дирекции каждого хозяйствующего субъекта для обсуждения содержания реорганизации и, при утверждении договора при необходимости;

- проводится общее собрание собственников (акционеров) для утверждения решений о внесении изменений и дополнений в устав общества, передаточного акта или разделительного баланса;

- регистрируются в государственных органах необходимые документы, связанные с реорганизацией.

Остановимся на формах реорганизации. При слиянии создается новое общества. Новому обществу передаются все права и обязанности двух или нескольких юридических лиц с прекращением их функционирования. При слиянии новое юридическое лицо регистрируется в установленном законом порядке.

В международной практике термин «слияние» (merger), как правило, применяется при обозначении объединения двух или нескольких компаний с помощью покупки (purchase) или путем слияния (pooling of interests). Поэтому возможны два варианта. Первый - это с прекращением существование одной компании, и объединением с другой компанией. Второй - при слиянии прекращают существование одно или несколько юридических лиц и образуется новое юридическое лицо.

В российском законодательстве, под слиянием понимается второй вариант, когда прекращают существование прежние юридические лица и образуется новое. Вариант «покупки» согласно российскому законодательству, в определенной степени, аналогичен реорганизации в форме присоединения, но, естественно, отличается от нее. На наш взгляд, российская трактовка логична, так как слияние и присоединение имеют между собой принципиальные различия в следующем. При реорганизации в форме слияния все реорганизуемые хозяйствующие субъекты фактически ликвидируются. В процессе присоединения, общество, к которому присоединяются реорганизуемые хозяйствующие

субъекты, продолжает функционировать и вести свою хозяйственную деятельность функционировать в обычном порядке.

В современных условиях, реорганизация в форме слияния может использоваться для небольших самостоятельных подразделений хозяйствующих субъектов, которые «покинули» российский рынок по политическим мотивам. При этом, могут сохраниться основные направления работы, но в уже новых созданных организациях. Как известно, реорганизация не должна приводить к дополнительным налоговым платежам. Слияние предприятий находится под контролем и с согласия уполномоченных государственных органов. Так, статья 17 Закона РФ «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» предусматривает при определенных условиях осуществление государственного контроля слияния и присоединения коммерческих организаций. Наличие существенной задолженности одной из организаций, включенной в состав реорганизуемых субъектов в форме слияния, может быть невыгодно реорганизованной компании, так как она отвечает по своим обязательствам реорганизуемых субъектов.

В процессе присоединения, как результата реорганизации, согласно российскому законодательству, прекращается деятельность одного или нескольких хозяйствующих субъектов. Права и обязанности, ликвидируемых, в результате присоединения, субъектов передаются обществу, к которому они присоединяются. Логично, что присоединение, с позиций концентрации капитала, может «заинтересовать» антимонопольные службы. Но, в условиях «ухода» множества иностранных компаний с российского рынка, именно, реорганизация в форме «присоединения» может в определенной степени, смягчить экономические последствия. Компании, могут быть присоединены к действующим, экономически стабильным российским компаниям. Таким образом, может сохраниться производство, управленческий персонал, экономические связи, будет обеспечена непрерывность бизнеса.

Реорганизация в форме присоединения имеет общие черты со слиянием, так как, в обоих случаях, прекращают свое существование одно или несколько юридических лиц, а все права и обязанности переходят к их правопреемнику. Перед присоединением общества следует проконтролировать размер кредиторской задолженности реорганизуемого общества. При наличии существенной задолженности

реорганизация в форме присоединения может быть невыгодна основному обществу, поскольку оно является правопреемником остальных хозяйствующих субъектов по всем правам и обязанностям. В процессе присоединения возможно изменение и состав акционеров и участников реорганизованной компании.

Следующей формой реорганизации, является реорганизация в форме выделения. По своему правовому содержанию, она сопоставима с реорганизацией в форме разделения. Разница заключается в том, что при разделении к реорганизованным субъектам переходят права и обязанности реорганизуемого лица. При выделении реорганизованное общество функционирует, одновременно, с выделенными из его состава подразделениями, преобразованными в юридические лица. С помощью выделения проводят разукрупнение бизнеса и формируют новые юридические лица. Реорганизуемый хозяйствующий субъект передает часть своих активов для формирования новых юридических лиц. Одновременно, реорганизуемый хозяйствующий субъект продолжает функционировать.

В процессе выделения, могут выделяться, как отдельные структурные подразделения, филиалы и представительства реорганизуемого хозяйствующего субъекта, так и отдельные производства и цеха, управленческие и обслуживающие отделы. Указанная форма реорганизации, может эффективно применяться при «дроблении» крупных иностранных компаний, покинувших российский рынок. При этом, вновь, созданные хозяйствующие субъекты, могут продолжать обслуживание, как реорганизованной компании, так и других юридических и физических лиц.

На практике, наиболее часто реорганизация в форме выделения, осуществляется при оформлении отдельных подразделений предприятия в самостоятельные юридические лица. К причинам таких выделений относится низкая эффективность или даже убыточность работы отдельных вспомогательных, непрофильных и «недозагруженных» производств. В этом случае, новый собственник, для которого непрофильное производство будет являться основным, может положительно повлиять на эффективность хозяйственной деятельности нового хозяйствующего субъекта. Кроме того, для новой организации, возникшей, в результате, выделения может быть выбрана оптимальная система налогообложения. Более того, обязанности по уплате налогов,

остаются у реорганизуемого лица и не переходят к новой организации. При оценке возможности самостоятельной деятельности вновь создаваемого хозяйствующего субъекта следует учитывать наличие и темпы роста товарного выпуска, спроса на его продукцию на рынке, уровень рентабельности, техническая оснащенность, наличие связей с поставщиками материальных ресурсов. Реорганизация в форме выделения в условиях приостановления работы отдельных иностранных компаний может быть использована при частичной передаче активов «недружественной» компаний иностранной компании других «дружественных» стран.

Возможны случаи, когда реорганизация, на основе выделения, осуществляется на основании решения государственных органов или суда. Это «принудительное выделение» и связано с антимонопольным законодательством. При определенном количестве нарушений федеральный антимонопольный орган вправе принять решение о принудительной реорганизации путем выделения из их состава структурных подразделений и формирования одной или нескольких организаций, согласно законодательству о конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках. Но, в этом случае, необходимо принять во внимание, территориальное нахождение структурных подразделений, их технологические цепочки и взаимосвязи, управленческие аспекты, административную подчиненность. Важным также наличие возможности для вновь образованных юридических лиц в результате реорганизации, самостоятельно работать на рынке

При реорганизации в форме выделения необходимо учитывать ряд экономических требований:

- размер чистых активов всех хозяйствующих субъектов, принимающих участие в реорганизации должен превышать уставный капитал для каждого субъекта;

- разница между передаваемыми активами и обязательствами нового реорганизованного общества должна также превышать его уставный капитал. При этом, понятно, что величина чистых активов после выделения, которая осталась в распоряжении реорганизуемого общества должна также превышать его обязательства.

При реорганизации в форме разделения деятельность реорганизуемого хозяйствующего субъекта прекращается и регистрируется несколько новых юридических лиц. Все права и

обязанности реорганизуемого хозяйствующего субъекта не прекращаются, а передаются к новым созданным хозяйствующим субъектам, в порядке правопреемства согласно разделительного баланса. Этот вариант реорганизации, например, используется для деления крупных организаций, по инициативе собственников, на несколько юридических лиц. Основная сумма убытков и задолженности, при этом, может переводиться на новое юридическое лицо, что не противоречит закону, но вряд ли, является честным по отношению к контрагентам реорганизуемого общества. Остальные новые хозяйствующие субъекты оказываются свободными от долгов. В результате, у них появляется возможность для достижения рентабельности производства, работ, услуг. Данное несовершенство российского законодательства может сказаться отрицательно на кредиторах реорганизуемого юридического лица. Указанные требования, вряд ли смогут быть удовлетворены новым реорганизованным юридическим лицом. Поэтому досрочное удовлетворение своих требований до утверждения разделительного баланса это практически единственная возможность для кредиторов получения собственных средств от реорганизуемого лица в полном объеме. Решение о реорганизации в форме разделения может быть связано с появившимися разногласиями между собственниками хозяйствующих субъектов при ведении бизнеса. Процедура реорганизации в форме разделения, в определенных аспектах, аналогична реорганизации в форме выделения.

В странах ЕС и США, в процессе разделения, права и обязанности реорганизуемого юридического лица могут быть переданы любым другим юридическим лицам, а не только вновь создаваемым. Согласно, российскому законодательству, такое разделение будет считаться не формой реорганизации, а созданием нового юридического лица.

Реорганизация в форме разделения, как и при выделении, позволяет новым хозяйствующим субъектам выбрать оптимальные варианты налогообложения. При этом, выбор новой системы налогообложения возможен, не только с начала года, как для действующих хозяйствующих субъектов, но и при государственной регистрации новых юридических лиц при их разделении. Реорганизация в форме разделения, позволяет фактически ликвидировать прежнее юридическое лицо без длительной процедуры ликвидации, так как оно прекратит существование автоматически после завершения разделения. Одновременно, все

имущество перейдет новым юридическим лицам без заключения договоров купли-продажи или безвозмездной передачи активов.

Разделение общества может осложняться разделением активов и их источников между его правопреемниками. Чаще возникают проблемы при распределении заемных средств, которое осуществляется пропорционально размеру активов, получаемых при разделении. По нашему мнению, такое пропорциональное деление между правопреемниками арифметическое, но не экономическое разделение заемных средств. Активы отличаются разной степенью ликвидности, заемные средства могут иметь долгосрочный и краткосрочный характер. Таким образом, при разделении необходимо, в обязательном порядке, принимать во внимание и сроки погашения заемных средств (кредиторской задолженности), и степень ликвидности передаваемых

При «преобразовании», реорганизованное лицо приобретает новую организационно-правовую форму. Здесь принимает участие только одно, юридическое лицо, к которому автоматически переходят все имущественные права и обязанности реорганизуемого лица. Оно, нередко, проводится по требованиям Гражданского Кодекса РФ. Но, преобразование, может использоваться и по инициативе собственников или участников организации, которые решат продолжать свою деятельность в другой организационно-правовой форме. Согласно Гражданскому кодексу «преобразование» может сочетаться и с другими формами реорганизации. Например, в рамках слияния, присоединения, выделения возможно изменение организационно-правовых форм, участвующих в реорганизации субъектов.

Выделяют два направления преобразования юридического лица:

- 1) приватизация за плату или на безвозмездной основе;
- 2) преобразование юридических лиц из одной организационно-правовой формы в другую.

Преобразование юридического лица сопровождается изменением его правового статуса. Все права и обязанности реорганизованного лица переходят к вновь возникшему юридическому лицу в соответствии с передаточным актом. В процессе преобразования, лицензии реорганизуемого общества, не аннулируются, а переоформляются на правопреемника.

В экономической литературе предлагается классификация форм реорганизации по нескольким признакам [3,5]. Указанная классификация приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Классификация понятия «реорганизация» по различным признакам

Группировочный признак	Содержание
Возможность изменения имущества и обязательств:	- имущества и обязательств не изменяются - имущество и обязательства изменяются по составу и размеру
Момент завершения процедуры реорганизации	- дата внесения записи о прекращении деятельности юридического лица - момент регистрации вновь возникших юридических лиц
Факт сохранения юридического лица	- сохранение юридического лица - прекращение юридического лица
По типу составляемых документов	- разделительный баланс - передаточный акт
По требованию антимонопольных органов	- добровольная основа - принудительный порядок - предварительное согласие или последующее уведомление антимонопольного органа

На наш взгляд, к приведенной классификации можно добавить еще два признака.

1. В зависимости от вида операций с активами и их источниками хозяйствующих субъектов, участвующих в реорганизации, следует выделять: объединение (слияние, присоединение) и деление (разделение, выделение); сохранение (преобразование).

2. В зависимости от сочетания форм реорганизаций, по нашему мнению, выделяется: единичная реорганизация и комбинированная реорганизация.

При единичной реорганизации используется одна из возможных форм реорганизаций. Указанный вариант традиционно используется уже многие годы российскими фирмами. Возможность применения нескольких форм реорганизаций, одновременно, предусмотрен абзацем 2 статьей 57 Гражданского Кодекса. Данный вариант использовался, как правило, с применением формы «преобразования». Например, когда в процессе применения какой-либо формы реорганизации изменялась и организационно-правовая форма юридического лица. В текущей

геополитической ситуации комбинация нескольких форм реорганизации приобретает особое значение.

В июле 2022 года был принят Закон о принудительной реорганизации филиалов некоторых иностранных компаний в российские общества с ограниченной ответственностью. Решение о принудительной реорганизации принимается в судебном порядке арбитражным судом. В процессе преобразования, согласно закону, у вновь образованных ООО сохраняются активы компании, ее лицензии, участники и акционеры. Такое преобразование, проводится в обязательном порядке, если иностранная компания препятствует деятельности филиала или представительства, пытается помешать целевому использованию их активов [1]. Учитывая, что в законе речь идет о филиалах и представительствах иностранных лиц, то в данном варианте, кроме формы «преобразования», одновременно, по нашему мнению, используется и форма разделения.

В целом, по нашему мнению, следует рассмотреть реорганизацию в виде последовательных этапов, которые имеют свои особенности и включают ряд мероприятий. Это предварительный этап, подготовительный этап, регистрационный этап, заключительный этап [2].

На предварительном этапе оцениваются возможности и перспективы развития хозяйствующего субъекта; изучается и анализируется целесообразность и необходимость проведения реорганизации; определяются возможные последствия реорганизации, ее влияние на бизнес-процессы реорганизованных хозяйствующих субъектов; оцениваются налоговые последствия реорганизации. При этом, рассматриваются и анализируются различные формы реорганизации, выбирается оптимальная форма или комбинация форм реорганизации. Это один из важнейших этапов реорганизации, так как он определяет всю дальнейшую организационную работу и влияет на эффективность деятельности будущих реорганизованных хозяйствующих субъектов. Этап завершается проведением общего собрания собственников и принятием решения о реорганизации.

На подготовительном этапе проводятся следующие мероприятия: уведомляются налоговые органы, кредиторы организации и прочие заинтересованные субъекты; проводится инвентаризация активов и их источников. Завершается этап составлением передаточного акта (разделительного баланса).

Регистрационный этап это представление документов в органы регистрации. При этом, до момента государственной регистрации хозяйствующий субъект, продолжает свою деятельность.

На заключительном этапе осуществляется государственная регистрация реорганизованных субъектов и информация о них, при необходимости, вносится в единый государственный реестр. Это относится к возникшим юридическим лицам – при реорганизации в форме слияния, выделения, преобразования, разделения. Прекращением деятельности реорганизуемого юридического лица при присоединении, реорганизация будет завершена.

Таким образом, значимость форм реорганизации значительно повышается в современных геополитических условиях. В условиях, «ухода» иностранных компаний с Российского рынка, их активы продаются или передаются Российским компаниям по инициативе собственников или согласно законодательству. Даже, при продаже активов российским организациям, в дальнейшем приходится перестраивать бизнес, искать новые пути развития производственных мощностей, рынков сбыта. На помощь «приходит» реорганизация.

Одновременно, реальная продажа активов одной компании другой приводит к значительным налоговым платежам. Поэтому на практике, вместо продажи активов, хозяйствующий субъект реорганизуется. Реорганизация поможет также «разделить» бизнес в поисках повышения его эффективности. В процессе реорганизации «бывших» иностранных компаний могут быть использованы «комбинированные» формы реорганизации. Например, выделение и присоединение или разделение и слияние. При этом, во всех случаях, может быть использован и вариант реорганизации в форме преобразования.

Список использованной литературы

1. О внесении изменений в Федеральный закон "О приватизации государственного и муниципального имущества", отдельные законодательные акты Российской Федерации и об установлении особенностей регулирования имущественных отношений". // Федеральный закон от 14 июля 2022 г. N 320-ФЗ// <http://pravo.gov.ru> рег номер 0001202207140087

2. Безвидная О.С. Бухгалтерский учет и отчетность в условиях реорганизации организаций : автореф.на соиск.ученой степ. канд. экон. наук: 08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика. Казань, 2004, 15 с.

3. Клинов Н.Н., Назаров Д.В. Реорганизация и ликвидация юридического лица. – СПб: Питер. 2003. – 156 с.

4. Прокудина Е., Плешакова Е., Китаев А. Картина иностранного бизнеса: уйти нельзя остаться: исследование ЦСР (Электронный ресурс) - Режим доступа: <https://www.csr.ru/ru/research/kartina-inostrannogo-biznesa-uyti-nelzya-ostatsya/>, свободный. – (дата обращения: 17.01.23)

5. Якупова Д.З. Учет и отчетность в условиях реорганизации хозяйствующих субъектов: автореф.на соиск.ученой степ. канд. экон. наук: 08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика. Казань, 2004, 24 с.

©Леонова О.С. Ветошкина Е.Ю. 2023

ГЛАВА 7

УДК 331

Нежельченко Е.В.

канд. экон. наук, доцент, НИУ БелГУ,
г. Белгород, РФ

Ясенок С.Н.

канд. экон. наук, доцент, НИУ БелГУ,
г. Белгород, РФ

БИЗНЕС-ОРИЕНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ

Аннотация. В условиях ужесточения конкуренции и усиление динамики внешней среды для бизнес-структур актуальной становится проблема повышения качества управления во всех функциональных сферах. Человеческий капитал в современной экономике является неотъемлемой частью ресурсного богатства организации. И грамотное управление человеческим капиталом - важнейшая задача бизнеса.

Традиционные схемы управления персоналом обладают системным характером и базируются на принципах процессного управления, однако не отражают специфические задачи, свойственные исключительно бизнес-структурам.

Бизнес-ориентированное управление персоналом предполагает динамическое управление человеческим капиталом с ориентацией на решение конкретных задач коммерческого предприятия, с акцентом на самоидентификацию персонала в бизнесе с учетом основных тенденций развития бизнес-структур, а именно:

- Персонал становится важнейшим капиталом предприятия, а, следовательно, его эффективное использование - первостепенная задача бизнеса.

- Интернационализация бизнеса изменяет качественные требования ко внутрикорпоративным и внешним коммуникациям, что ведет за собой изменения в системах рекрутинга, найма, адаптации и дальнейшего развития человеческого ресурса в организации.

- Постоянное обучение персонала является неотъемлемой частью работы, так как оно гарантирует не снижение уровня конкурентоспособности человеческого капитала предприятия.

- Самоидентификация персонала в бизнес-структуре является неотъемлемым условием его экономической эффективности.

В соответствии с этим формирование компетенций знания категорий и понятий бизнес-ориентированного управления персоналом, принципов построения системы управления персоналом, современных методов и инструментов мотивационного воздействия, оценки и развития персоналом, умения строить организационные структуры предприятия, делегировать полномочия, оценивать мотивационные профили сотрудников и составлять мотивационные программы, управлять психологическим климатом в организации, применять превентивные методы управления конфликтами является актуальным и имеет практическое значение.

Ключевые слова. Человеческий капитал, управление персоналом, мотивация, производительность, эффективность деятельности организации

E. V. Negelchenko

Associate Professor, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of International Tourism and Hotel Business Belgorod, Belgorod, Russia

S. N. Yasenok

Associate Professor, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of International Tourism and Hotel Business Belgorod, Belgorod, Russia

BUSINESS-ORIENTED PERSONNEL MANAGEMENT

Annotation. In the conditions of tougher competition and the strengthening of the dynamics of the external environment, the problem of improving the quality of management in all functional areas becomes urgent for business structures. Human capital in the modern economy is an integral part of the resource wealth of the organization. And competent management of human capital is the most important task of business.

Traditional HR management schemes have a systemic nature and are based on the principles of process management, but do not reflect the specific tasks inherent exclusively to business structures.

Business-oriented personnel management involves dynamic management of human capital with a focus on solving specific tasks of a commercial enterprise, with an emphasis on the self-identification of personnel in business, taking into account the main trends in the development of business structures, namely:

- Personnel becomes the most important capital of the enterprise, and, consequently, its effective use is the primary task of the business.

- The internationalization of business changes the qualitative requirements for internal and external communications, which leads to changes in the systems of recruiting, hiring, adaptation and further development of human resources in the organization.

- Continuous training of personnel is an integral part of the work, as it guarantees not a decrease in the level of competitiveness of the human capital of the enterprise.

- Self-identification of personnel in the business structure is an essential condition for its economic efficiency.

In accordance with this, the formation of competencies of knowledge of categories and concepts of business-oriented personnel management, principles of building a personnel management system, modern methods and tools of motivational impact, evaluation and development of personnel, the ability to build organizational structures of the enterprise, delegate authority, evaluate motivational profiles of employees and make motivational programs, manage the psychological climate in the organization, apply preventive conflict management methods are relevant and have practical significance.

Keywords. Human capital, personnel management, motivation, productivity, efficiency of the organization

В современной практике наряду с традиционными терминами, такими как «кадры», «работа с кадрами», стали появляться и новые понятия: «управление человеческими ресурсами» и «бизнес-ориентированное управление персоналом».

Управление персоналом является самостоятельной системой на предприятии, от эффективности работы которой зависит эффективность работы предприятия в целом. Управление персоналом включает в себя ряд подсистем, обеспечивающих реализацию целей по работе с трудовыми ресурсами на всех этапах жизненного цикла сотрудника.

Сущность бизнес-ориентированного управления персоналом состоит в рассмотрении людей как достояния компании, добытого в конкурентной борьбе, которое нужно размещать, мотивировать его деятельность и развивать наравне с другими ресурсами для достижения стратегических целей организации.

Бизнес-ориентированное управление персоналом ориентировано на максимизацию прибыли за счет рационального использования человеческого капитала, являющегося неотъемлемой частью ресурса предприятия и заключающееся в компетентностном портфеле. И в этом ключе под понятием «персонал» понимается личный состав предприятия, включающий всех наемных работников, а также работающих собственников и совладельцев.

Стратегия бизнес-ориентированного управления персоналом акцентирует внимание на трудовом потенциале как на важнейшем ресурсе предприятия и нацелена на его развитие с целью повышения конкурентоспособности предприятия в условиях изменяющейся бизнес-среды. Структура стратегии управления персоналом изображена на рис. 1.

МАРКЕТИНГ ПЕРСОНАЛА	КАДРОВЫЙ СОСТАВ	МОТИВАЦИЯ
ОЦЕНКА ПЕРСОНАЛА	РАЗВИТИЕ ПЕРСОНАЛА	ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА
УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ	КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА	УПРАВЛЕНИЕ КОНФЛИКТАМИ

Рис. 1 Структура стратегии бизнес-ориентированного управления персоналом

Выбор стратегии управления персоналом зависит от следующих факторов: общая стратегия предприятия; жизненный цикл предприятия; масштаб деятельности; состояние внешней среды.

Хотя выбор общей стратегии представляет собой как право, так и обязанность высшего руководства, окончательный выбор оказывает глубокое влияние на всю организацию. Поэтому решение должно подвергаться тщательному исследованию и оценке.

ОАО «Белгородские молочные продукты» - современный вертикально интегрированный агропромышленный Холдинг, включающий три производственные площадки, собственный земельный банк, обеспеченный системой искусственного полива, складские комплексы ёмкостью единовременного хранения более 40 миллионов банок готовой продукции, расположенные в Белгородской области. Специализация ОАО «Белмолпродукт» – производство высококачественной овощной, молочной и фруктовое консервации. На сегодняшний день современное пищевое производство ОАО «Белмолпродукт» готово к выпуску более 10 миллионов условных банок сгущенного молока в месяц в различных видах потребительской тары: жесть банка, в т.ч. с легко вскрываемой крышкой, дой пак, ПЭТ бутылка, ПЭТ ведро, ламинированная туба, колбасная оболочка (Лексалон).

ОАО «Белгородские молочные продукты» сегодня - это:

- Предприятие, входящее в тройку лидеров в РФ по производству сгущенного молока в потребительской упаковке;
- Сплоченная команда профессионалов-единомышленников;
- Работа во всех рыночных сегментах – B2C, B2B, производство СТМ (private label);
- Постоянное совершенствование производства и вывод на рынок новых инновационных продуктов;
- Гибкая коммерческая политика и внимательное отношение к Партнерам.

ОАО «Белгородские молочные продукты» возникло в 1993 году на месте пришедшего в упадок «Гормолкомбината №2» г. Белгорода. На протяжении последующего ряда лет здесь строятся новые производственные и бытовые помещения, вводятся в строй принципиально новые инженерные сооружения, изменилась приемка молока и лаборатория. Ежегодно разрабатываются и выпускаются новые виды продукции, улучшается их качество.

На международных выставках продукция предприятия оценивается золотыми медалями. В дальнейшем предприятие создает новое бизнес-направление, вводит в эксплуатацию линии по выпуску овощных

консервов и создает дистрибьюторские компании, сначала во многих регионах России, затем - в странах ближнего зарубежья.

В 2001 году в связи с приходом на предприятие новой группы акционеров начинается новый этап в жизни завода: глобальная модернизация и ремонт всего оборудования, ремонт производственных помещений и коммуникаций, ввод новых производственных линий. Вводятся новые стандарты управления и контроля.

В его структуре - три производственные площадки, в том числе знаменитый Волоконовский консервный комбинат, собственный земельный банк на 100% обеспеченный системой искусственного полива, современные складские помещения емкостью единовременного хранения до 40 млн. банок готовой продукции.

Продукция ОАО «Белгородские молочные продукты» известна не только на территории России, но и далеко за ее пределами: в бренд-портфеле Компании такие торговые марки как: «Волоконовское», «Мальчик», «Любодарово», «Бела Слада», «Сладеж», «Белгородское молоко», «Славянка», «Волоконовские Коровки» и другие. В портфеле представлена и овощная линейка продукции, производимая строго по ГОСТ под ТМ «Белгородские овощи», а также и по ТУ под ТМ «Гарнетто». Вся эта продукция пользовалась особым вниманием участников и посетителей международной отраслевой выставки «Продэкспо-2016».

Сегодня потенциал выпуска продукции холдингом «Белмолпродукт» - более 15 миллионов условных банок сгущенного молока в месяц в различных видах потребительской и промышленной тары. За последние 5 лет производство молочной консервации выросло в 2,5 раза, предприятие входит в тройку российских лидеров по объемам производства сгущенного молока в потребительской упаковке, а в целом работает во всех рыночных сегментах - B2C, B2B, СТМ.

Сгущенное молоко и овощные консервы выпускаются как под собственными торговыми марками, так и под частными марками клиентов. Из собственных брендов в России и странах СНГ особенно популярны «Волоконовское», «Бела Слада», «Мальчик с ложкой», «Сладеж», «Малютка». Вкуснейшему «Волоконовскому» молоку присвоен российский Знак качества - продукт соответствует не только обязательным требованиям законодательства, но и опережающему стандарту АХО «Роскачество». Еще одна запоминающаяся награда - золотая медаль от Министерства сельского хозяйства РФ «За

производство высококачественной биологически безопасной продовольственной продукции».

Качество продукции и соответствие технологий производства самым высоким стандартам подтверждают в компании постоянно. В 2013 году ОАО «Белмолпродукт» успешно прошло сертификацию системы менеджмента безопасности пищевых продуктов немецкой компании DQS-UL Food Safety Solutions GmbH и получило международный сертификат соответствия требованиям FSSC 22000 и ISO 22000:2005. В 2018 году предприятие также успешно прошло производственный аудит и получило право на выпуск халяльной продукции.

В России у компании более 300 бизнес-партнеров, а около 20% товара уходит на экспорт. Сгущенное молоко и овощные консервы поставляются в Азербайджан, Грузию, Армению, Казахстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Киргизию, а из стран дальнего зарубежья - в США, Израиль, ОАЭ, Монголию. ОАО «Белмолпродукт» традиционно участвует в международных продовольственных выставках, в том числе «ProdExpo (Москва)», «World Food (Москва)», «GulFood (ОАЭ)».

Сегодня ОАО «Белмолпродукт» продолжает большую работу, направленную на повышение конкурентоспособности и востребованности продукции, интенсифицирует автоматизацию производства. Запущено строительство второго РЦ, новых производственных цехов.

В итоге сегодня ОАО «Белгородские молочные продукты» - это современное пищевое производство, выпускающее под собственными брендами широчайшую линейку продукции, отвечающую всем рыночным требованиям. В его структуру в настоящее время входит так же «Волоконовский консервный комбинат» - знаменитое предприятие, гордящееся производством высококачественного сгущенного молока с 1957 года. Благодаря этому пополнению и ассортиментный портфель компании пополнился новыми торговыми марками.

Холдинг продолжает динамично развиваться, совершенствуя рецептуры и повышая качество выпускаемых изделий, разрабатывая, и внедряя новые продукты, и упаковочные решения. Так, недавно «Белгородские молочные продукты» ввели в строй вторую автоматизированную линию по разливу сгущенного молока в ПЭТ-таре. Преимущества продукции в ПЭТ очевидны: продукт в такой фасовке

дешевле жесте банки, его удобно и наливать, и хранить. При этом прозрачная ПЭТ-бутылка позволяет покупателю видеть цвет и консистенцию продукта.

Также среди новинок предприятия - Сгущенные сливки с сахаром отборные ТМ «Волоконовское». Это 100% натуральный десерт, изготовленный строго в соответствии с ГОСТ 31 688 -2012 из натурального сырья без использования консервантов, усилителей вкуса и красителей. И - вареная сгущенка ТМ «Бела слада» в 950-граммовой пластиковой упаковке – настоящее ведро удовольствия для всей семьи, ставшая в очень короткий срок настоящим бестселлером по всей стране.

А среди новых услуг холдинга - выпуск продукции в различных видах упаковки и тары под собственными торговыми марками (private label) Заказчика. При этом ОАО «Белгородские молочные продукты» предлагают бесплатно разработать не только рецептуру каждого изделия, но и дизайн для него. Продукт выпускается буквально под «ключ», включая его доставку. Этой возможностью уже воспользовались такие торговые сети как «Метро», «Холидей», «Глобус», «Новые торговые системы», «Петровский» и другие.

В 2014 году ОАО «Белгородские молочные продукты» заключило договор с компанией Rovio и получил эксклюзивное право на выпуск в России и странах СНГ продукции под брендом Angry Birds. Теперь эти суперпопулярные во всем мире мульт птички рекламируют белгородскую сгущенку на всем постсоветском пространстве.

Благодаря активной профессиональной работе о департамента продаж, продукция Компании нашла своего покупателя в Казахстане, Узбекистане, Таджикистане, Киргизстане, Азербайджане, Грузии, Армении и ряде других стран. Вкусная, полезная и доступная продукция компании широко представлена на полках федеральной и региональной сетевой розницы: «Дикси», «Магнит», «Метро», «Fix Price», «Линия», «Мария Ра», «Холидей», «Зельгрос», «Глобус», «Кировский», «Мегамаст», и многих других.

Для ОАО «Белмолпродукт» актуальны такие специализированные областные программы, как «Содействие достижению целевых показателей региональных программ развития агропромышленного комплекса», «Стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе», «Поддержка инвестиционного кредитования в агропромышленном комплексе», «Субсидии на развитие

мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России», «Субсидии на комплексное обустройство объектами социальной и инженерной инфраструктуры населенных пунктов, расположенных в сельской местности» и др. При помощи губернатора предприятие неоднократно расширяло свои земельные ресурсы, получало субсидии на целевое использование в развитии.

Залог успеха предприятия - это грамотный менеджмент и сплоченная работа коллектива высокопрофессиональных специалистов.

Как известно, показатели масштаба организации определяют масштабы ее деятельности и наоборот. О масштабе деятельности, прежде всего, можно судить по показателям объемов реализации продукции, численности работников предприятия, ее доле на рынке.

Основные показатели деятельности ОАО «Белмолпродукт» за 2017-2019 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1- Основные экономические показатели деятельности ОАО «Белмолпродукт»

Показатели	Годы			Отклонение 2019г. от 2017г. (+, -)
	2017	2018	2019	
1. Выручка, тыс.руб.	2391060	2702127	3035113	644053
2. Себестоимость продаж, тыс.руб.	2239930	2635909	2860711	620781
3. Валовая прибыль тыс.руб.	151126	66218	174402	23276
4. Коммерческие расходы, тыс.руб.	60131	72657	94263	34132
5. Прибыль от продаж, тыс.руб.	90995	-6439	80139	-10856
6. Стоимость основных средств на конец года, тыс.руб.	164887	174247	196032	31145
7. Среднегодовая численность работников, чел.	683	664	650	-33
8. Обеспеченность трудовыми ресурсами, %	98,7	96,7	91,8	-6,9
9. Производительность труда, тыс.руб.	3500,82	4069,47	4669,41	1168,59
10. Фондоотдача, руб.	14,501	15,508	15,483	0,982
11. Фондоёмкость, руб.	0,069	0,066	0,065	-0,004
12. Чистая прибыль, тыс.руб.	10152	3245	20420	10268
13. Уровень рентабельности производства, %	0,45	0,12	0,71	0,26 п.п.

Как видно из таблицы 1, деятельность организации в 2019 г. во многом улучшилась по сравнению с 2017 г. Произошло увеличение выручки от реализации продукции на 644053 тыс. руб. или 26,94%. При этом в 2019 г. отмечается и увеличение себестоимости продукции, товаров и услуг на 620781 тыс. руб. или на 27,71%.

Прибыль от продаж в 2019 г. составила 80139 тыс. руб., что на 10856 тыс. руб. меньше уровня 2017 г. в связи с увеличением коммерческих расходов. Чистая прибыль в отчетном периоде составила 20420 тыс. руб., тем самым произошло ее увеличение, по сравнению с 2017 г. на 10268 тыс. руб.

Наблюдается и рост рентабельности производства, которая увеличилась в 2019 г. по сравнению с 2017 г. на 0,71 п.п, что свидетельствует об оптимизации расходов и повышении доходов предприятия.

Среднесписочная численность персонала уменьшилась в 2019 г. на 33 человека по сравнению с 2017 г., это говорит о том, что в организации высокий уровень текучести персонала, кадры не имеют постоянства и стабильности, возможно сотрудники не хотят работать, т. к. условия труда не соответствуют всем нормам, что является отрицательным аспектом для организации.

Таким образом, мы рассмотрели организационно-экономическую характеристику предприятия ОАО «Белмолпродукт». Проведя обзор организации, мы можем сказать, что ОАО «Белмолпродукт» одна из передовых компаний по производству молочных продуктов, переработке молока и производства сыра, а также зарегистрировано 17 дополнительных видов деятельности. Предприятие является прибыльным. Рассмотрев данные о прибыли организации, было выявлено, что по сравнению с 2017 г. валовая прибыль в 2019 г. возросла в 1,15 раз и составила 174402 тыс. руб., рентабельность продаж также возросла на 0,26 п.п. Выручка организации за 2019 год составила 19744873035113 тыс. руб., что характеризует предприятия как финансово-устойчивое.

Главный потенциал ОАО «Белмолпродукт» заключается в его кадрах. Без сотрудников с высоким уровнем квалификации, большим опытом и хорошо подготовленных к работе в данном бизнесе, невозможно достичь даже правильно поставленных целей перед организацией. Управление персоналом в ОАО «Белмолпродукт» связано

с работой людей и их отношениями в коллективе, поэтому немало важно изначально правильно подбирать персонал для работы в организации.

Анализ системы управления персоналом начнем с изучения организационной структуры ОАО «Белмолпродукт». Изучив организационную структуру предприятия можно сказать, что она является линейной, всеми службами, отделами, участками, цехами и лабораториями непосредственно руководит генеральный директор.

Функции процесса адаптации сотрудников полностью возложены на отдел по подбору персонала. Изучив оргструктуру отдела по подбору персонала можно сказать, что:

- 1) организационная структура отдела по подбору персонала является линейной, всеми процессами руководит один руководитель;
- 2) в состав структуры входят: начальник отдела, ведущий менеджер по подбору персонала, специалист по подбору персонала - 2 чел., менеджер по подбору персонала - 2 чел.;
- 3) персонал отдела по подбору персонала непосредственно подчиняется начальнику отдела.

Целью отдела по подбору персонала в ОАО «Белмолпродукт» является своевременная комплектация Компании эффективно работающим персоналом в нужном количестве для достижения стратегических и тактических целей предприятия.

Задачами отдела являются: повышение качества профессиональных и личностных компетенций организации; создание позитивной репутации Компании как работодателя и бизнес-партнера; отбор, подбор и найм персонала необходимой квалификации и в требуемом объеме; адаптация специалистов и последующего повышения квалификации работников; разработка карьерных планов сотрудников.

В состав ОАО «Белмолпродукт» входят как управляющая, так и управляемая подсистемы. В состав управляющей системы входят руководитель организации, его заместители и руководители отделов и структурных подразделений. В качестве управляемой системы выступают специалисты и обслуживающий персонал. Состав персонала в ОАО «Белмолпродукт» за 2017-2019 гг. представлена на рисунке 2.

Рассмотрев структуру персонала ОАО «Белмолпродукт» мы видим, что численность персонала на 2019 г. составляет 650 человек, из них руководители – 23 чел., специалисты – 54 чел., рабочие – 573 чел.

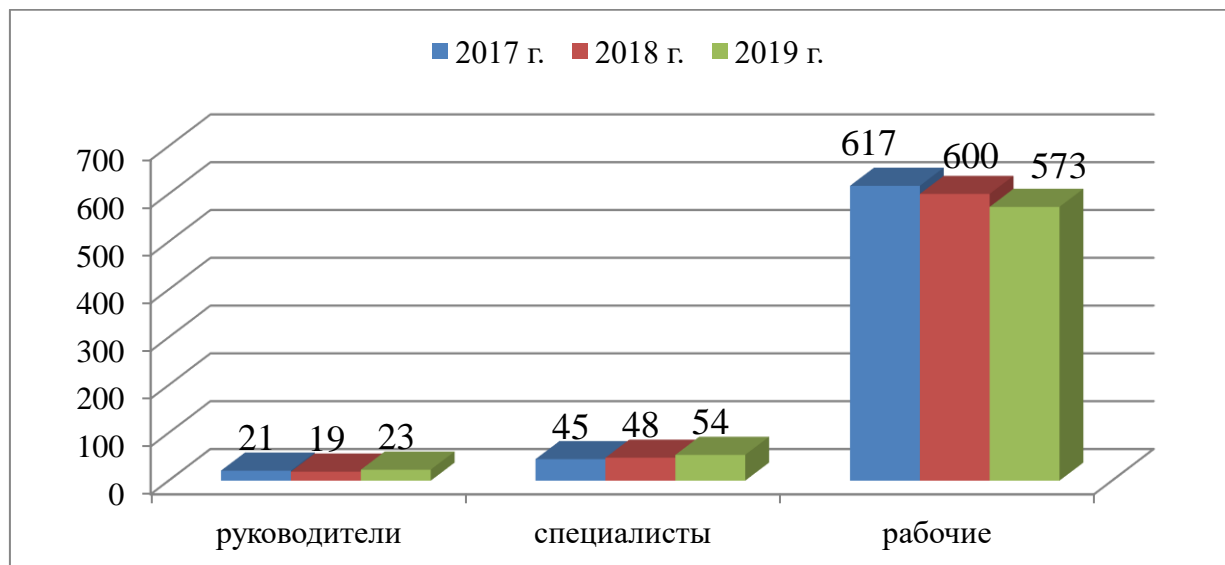


Рис. 2 Состав персонала ОАО «Белмолпродукт», чел.

Анализ количественного и качественного состава персонала организации также предполагает периодическое и целенаправленное изучение работников по характеристикам пола, образования, возраста, квалификации, стажу работы и другим социально-демографическим симптомам.

В ОАО «Белмолпродукт» работают как мужчины, так и женщины.

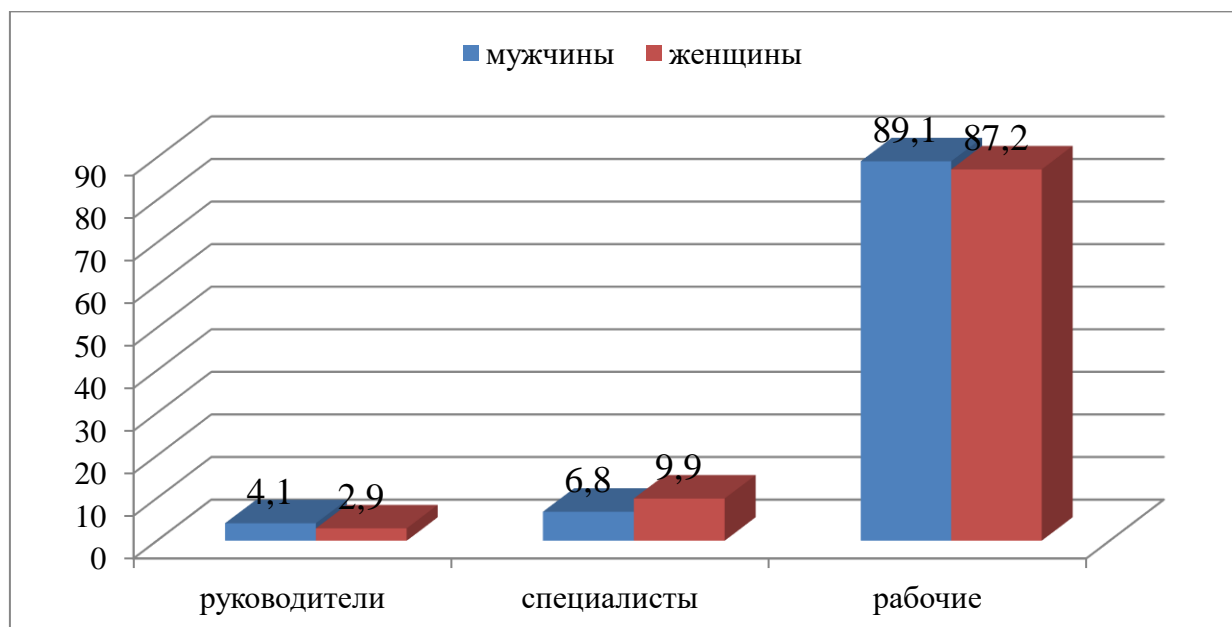


Рис. 3 Структура персонала по гендерному признаку, %

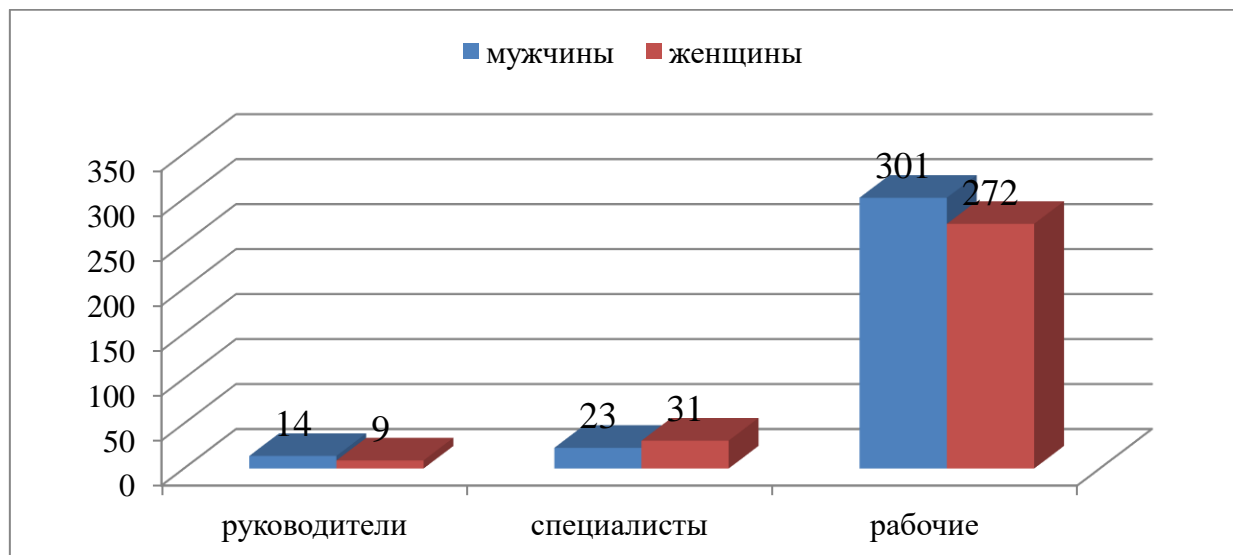


Рис. 4 Распределение персонала по полу в ОАО «Белмолпродукт»

Количество мужчин в категории руководители – 14 человек, что составляет 4,1 % по группе, в категории специалисты – 23 человека, т. е. 6,8 % по группе, а в категории рабочие количество мужчин – 301 человек, т. е. 89,1 % по группе. В итоге, общее количество мужчин составило 338 человек.

Рассмотрев категорию мужчины, мы можем сказать, что по количеству человек преобладает группа рабочие, которая составляет 301 человек (89,1%).

Количество женщин по тем же категориям составило: руководители – 9 человек (2,9%), специалисты – 31 человек (9,9%) и рабочие – 272 человек (87,2%). Общее количество женщин составило 312 человек. По данной категории так же преобладает группа рабочие.

Рассмотрев категорию женщины, мы можем также сказать, что преобладает количество человек по группе рабочие, что составляет 272 человек (87,2%).

Таким образом, можно сказать, что по гендерному признаку в ОАО «Белмолпродукт» преобладает категория мужчин.

Исследование персонала ОАО «Белмолпродукт» по возрастному составу показало, что в организации работают руководители в возрасте от 30 до 40 лет – 16 человек, что в процентном соотношении составляет 69,57%, а также в возрасте от 40 до 50 лет – 7 человек, что составляет 30,43%. Всего занято 23 человека.

**Таблица 2 - Распределение персонала по возрасту
в ОАО «Белмолпродукт»**

Группы работников по возрасту, лет	Руководители		Специалисты		Рабочие	
	Кол-во	% по группе руков.	Кол-во	% по группе спец.	Кол-во	% по группе рабоч.
До 20	-	-	-	-	1	0,2
20 – 30	-	-	24	44,44	298	52,0
30 – 40	16	69,57	27	50,0	194	33,9
40 – 50	7	30,43	3	5,56	64	11,2
50 – 60	-	-	-	-	13	2,3
Свыше 60	-	-	-	-	3	0,5
Итого	23	100	54	100	573	100

Количество специалистов в возрасте от 20 до 30 лет составляет 24 человек, т.е. 44,44%, а также в возрасте от 30 до 40 лет – 27 человек (50%) и от 40 до 50 – 3 человека (5,56%). Всего занято 54 человек.

Соответственно, рабочего персонала в возрасте от 20 до 30 лет работает 298 человек, что составляет 52,0%.

Изучив распределение персонала по возрасту, мы можем сказать, что в группе руководителей доминирует возрастная категория от 40 до 50 лет, по группе специалисты доминирует категория от 30 до 40 лет, а по группе рабочие от 20 до 30 лет.

В ОАО «Белмолпродукт» работают сотрудники с разным трудовым стажем.

**Таблица 3 -Распределение персонала по трудовому стажу
в ОАО «Белмолпродукт»**

Группы работников по стажу, лет	Руководители		Специалисты		Рабочие	
	Кол-во	% по группе	Кол-во	% по группе	Кол-во	% по группе
До 5	-	-	-	-	60	10,5
От 5 до 10	-	-	3	5,6	95	16,6
От 10 до 15	11	47,8	40	74,1	335	58,5
От 15 до 20	9	39,1	11	20,3	73	12,7
Свыше 20	3	13,1	-	-	7	1,2
Свыше 30	-	-	-	-	3	0,5
Итого	23	100	54	100	573	100

Изучив таблицу 3, мы можем сказать, что со стажем до 5 лет работает 60 человек, от 5 до 10 лет – 98 человек, от 10 до 15 – 386 человек, от 15 до 20 – 93 человека, свыше 20 лет – 10 человек и свыше 30 – 3 человека.

Рассмотрев разные категории работников, то есть руководители, специалисты и рабочие, мы можем определить, что сотрудники со стажем до 5 лет находятся только в категории рабочие, что составляет 60 человек, т. е. 10,5 % по группе, от 5 до 10 лет сотрудники категорий: специалисты – 3 человека (5,6%), рабочие – 95 (16,6%), от 10 до 15 лет работники категорий: руководители – 11 человек (47,8%), специалисты – 40 человек (74,1%) и рабочие – 335 человек (58,5%), от 15 до 20 лет сотрудники категорий: руководители – 9 (39,1%), специалисты – 11 (20,3%), рабочие – 73 (12,7%), свыше 20 лет руководителей 3 человека (13,1%), рабочих – 7 человек (1,2%) и свыше 30 лет только в категории рабочие – 3 человека (0,5%).

Следовательно, рассмотрев все категории и разный стаж работы, мы можем сказать, что в организации доминирует группа работников по стажу от 10 до 15 лет.

Таблица 4 - Распределение персонала по образованию в ОАО «Белмолпродукт»

Группы работников по образованию:	Руководители		Специалисты		Рабочие	
	Кол-во	% по группе	Кол-во	% по группе	Кол-во	% по группе
Среднее	-	-	-	-	49	8,5
среднее специальное	-	-	-	-	221	38,7
незаконченное высшее	-	-	-	-	35	6,1
Высшее	23	100	54	100	268	46,7

Исходя из данных таблицы 4, в ОАО «Белмолпродукт» распределение по образованию следующее: с высшим образованием работают всего 345 человек, с средним всего 49 человек, с средним специальным – 221 человек и с незаконченным высшим – 35 человек.

Рассмотрев категории руководители, специалисты, рабочие, мы сделали следующие выводы:

Высшее образование: руководители – 23 человека (100%), специалисты – 54 человека (100%), рабочие – 268 человек (46,7%).

Среднее специальное образование: рабочие – 221 человек (38,7%).
Среднее образование: рабочие – 49 человек (8,5%).

Незаконченное высшее образование: рабочие – 35 человек (6,1%).

Следовательно, в организации, по уровню образования, доминирует группа рабочие с высшим образованием.

Важной составляющей в анализе эффективности системы управления персоналом является анализ движения персонала и текучести кадров. Рассмотрим показатели основных кадровых процессов, которые представлены на рисунках 5 и 6.

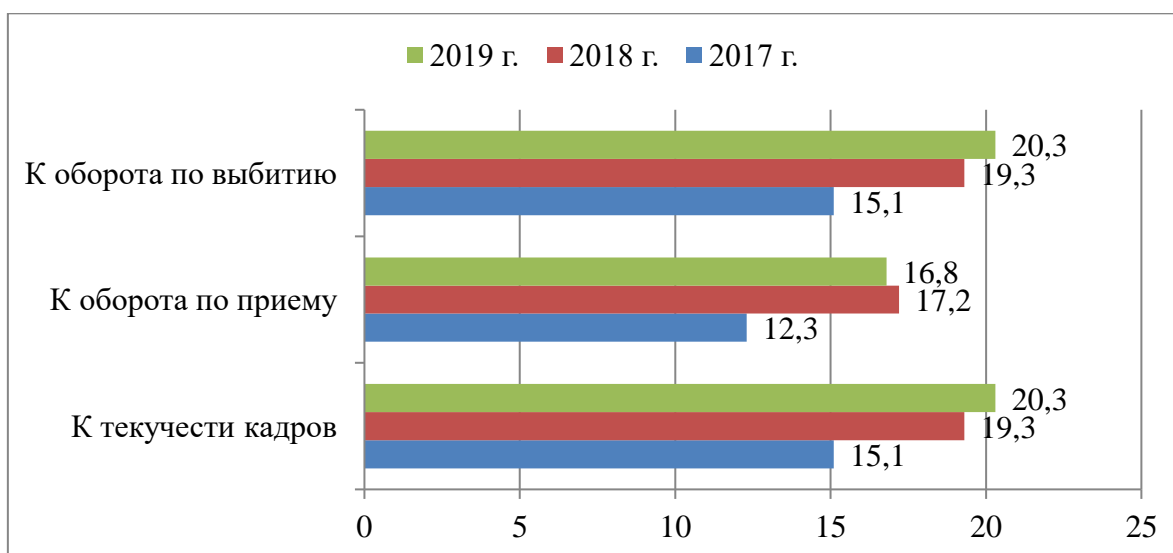


Рис. 5 Динамика движения персонала ОАО «Белмолпродукт» за 2017-2019 гг., %

Коэффициент текучести кадров рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{тк}} = \frac{S+A}{C} \quad (1)$$

где:

$K_{\text{тк}}$ - коэффициент текучести кадров,

S- Уволенные по собственному желанию;

A- уволен за трудовую дисциплину;

C- среднесписочная численность за период:

2017г. $94+9 / 683 = 0,151$

2018г. $107+21 / 664 = 0,193$

2019г. $95+37 / 650 = 0,203$

Коэффициент оборота по приему рассчитывается по формуле:

$$K_{пр} = V/C \quad (2)$$

где:

$K_{пр}$ - коэффициент оборота по приему;

V- число принятых за период;

C- среднесписочная численность за период.

2017г.: $84/683=0,123$

2018г.: $114/664=0,172$

2019г.: $109/650=0,168$

Коэффициент оборота по выбытию рассчитывается по формуле:

$$K_{в} = H/C \quad (3)$$

где:

$K_{в}$ - Коэффициент оборота по выбытию;

C - среднесписочная численность за период;

H-Число выбывших за период по всем поводам.

2017г.: $103/683=0,151$

2018г.: $128/664=0,193$

2019г.: $132/650=0,203$

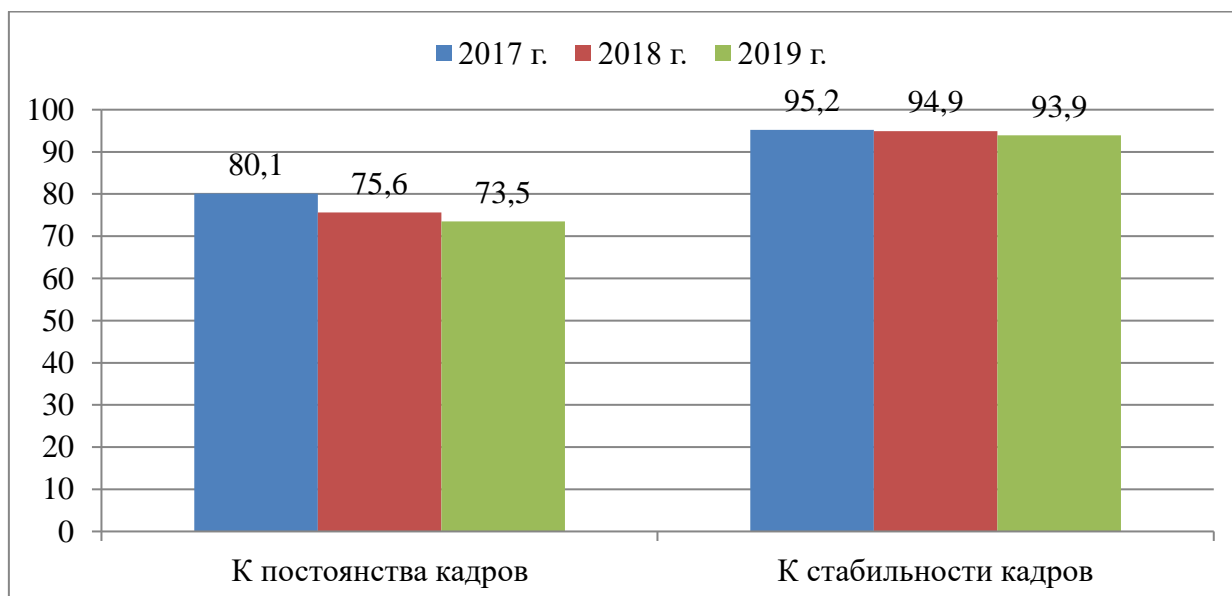


Рис. 6 - Анализ постоянства и стабильности кадров, %

Коэффициент постоянства кадров рассчитывается по формуле:

$$K_{пс}=(Чп - Н) /С \quad (4)$$

где:

Чп - численность сотрудников, полностью проработавших в анализируемом отчетном периоде;

Н-Число выбывших за период по всем поводам;

С - среднесписочная численность за период.

2017г.: $(650-103)/683=0,801$

2018г.: $(630-128)/664=0,756$

2019г.: $(610-132)/650=0,735$

Коэффициент стабильности кадров рассчитывается по формуле:

$$K_{ст}=Чп/Ч_{ср} \quad (5)$$

где:

Кст - коэффициент стабильности кадров;

Чп - численность сотрудников, полностью проработавших в анализируемом отчетном периоде;

Чср - среднесписочная численность за период.

2017г.: $650/683=0,952$

2018г.: $630/664=0,949$

2019г.: $610/650=0,939$

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Коэффициент оборота по приему снизился на 4,5 %, по выбытию увеличился на 5,2% и составил в 2019 г. 20,3%, что говорит об укомплектованности кадрами, но высокой текучести персонала в организации. Коэффициент постоянства кадров снизился на 6,6 %, коэффициент стабильности кадров на 1,3%, что может свидетельствовать об отсутствии в организации единой и сплоченной команды, которая была бы способна с успехом достигать поставленных целей., это говорит о том, что организация испытывает дополнительные издержки, которые связаны с наймом новых сотрудников.

Совокупность расходов, связанных с привлечением, вознаграждением, стимулированием, решением социальных проблем, организацией работы и улучшением условий труда персонала организации представляют собой затраты на персонал. К ним относятся заработная плата и начисления на нее, дополнительные расходы,

социальные выплаты. Рассмотрим таблицу 5, в которой отображены виды затрат на персонал ОАО «Белмолпродукт» за 2017-2019 гг.

Таблица 5 - Виды затрат на персонал за 2017-2019 гг.

Вид затрат	2017г.		2018г.		2019г.		Темп роста, %
	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	
Оплата труда	128974	34,8	101083	42,7	133403	42,2	103,4
Набор и отбор персонала	37803	10,2	22016	9,3	24657	7,8	65,2
Обучение и развитие персонала	40397	10,9	24146	10,2	36670	11,6	90,8
Спецодежда	67452	18,2	27461	11,6	56270	17,8	83,4
Охрана труда	63375	17,1	38350	16,2	42044	13,3	66,4
Медицинское обслуживание	1112	0,3	1657	0,7	303	0,1	27,3
Организация отдыха	31823	8,6	22016	9,3	22445	7,1	70,5
Итого	370615	100	236728	100	316121	100	85,3

Исходя из данных таблицы 5 видно, что темп роста затрат на оплату труда 2019 г. к 2017 г. составил 103,4%, затраты на оплату труда в 2019 г. по сравнению с 2017 г. увеличились на 3,4%, что является эффективной стимулирующей ролью для улучшения результатов труда.

Затраты на набор и отбор персонала в 2019 году по сравнению с 2017 снизились на 34,8% как и все остальные виды затрат на персонал, за исключением оплаты труда.

Затраты на обучение и развитие персонала в 2019 году по сравнению с 2017 годом сократились, но всего на 9,2 %, что говорит о возможности организации совершенствовать эффективность деятельности сотрудников, а также приобретенных знаний, навыков и умений.

Затраты на предоставление спецодежды персоналу в 2019 году по сравнению с 2017 годом сократились на 16,6%; затраты на обеспечение охраны труда снизились на 33,6%; затраты на медицинское обслуживание - на 72,7%; затраты на организацию отдыха труда - на 29,5%.

Цель управления ОАО «Белмолпродукт» – эффективное

функционирование и развитие производства. Поэтому об эффективности и качестве управления, прежде всего, можно судить по достигнутым производственным результатам. Эффективность управленческой деятельности представляет собой результативность деятельности конкретной управляющей системы, которая отражается в различных показателях объекта управления и собственно управленческой деятельности (субъекта управления), причем эти показатели имеют как количественные, так и качественные характеристики.

Наивысших результатов добиваются те формирования, аппарат управления которых умеет приспосабливаться к этим условиям, максимально полно использовать их. Эффективность управления в ОАО «Белмолпродукт» рассмотрим в таблице 6.

Таблица 6 - Эффективность управления в ОАО «Белмолпродукт»

Показатели	2017г.	2018 г.	2019 г.	Откл. 2019 г. от 2017 г. (+;-)
1. Количественные показатели				
Удельный вес работников управления в общей численности, %	9,66	10,09	11,85	2,19 п.п.
Количество работников, приходящихся на 1 работника управления, чел.	10,70	11,17	7,44	-3,26
Удельный вес оплаты труда работников управления в общем фонде оплаты труда, %	19,17	19,17	19,84	0,67
2. Результативность управления				
Произведено на 1 работника управления, тыс. руб.:				
валовой продукции	33938,3	39341,9	37152,1	3213,8
товарной продукции	36228,2	40330,3	39417,1	3188,9
Произведено на 1 руб. управленческих расходов, руб.:				
валовой продукции	271,6	281,7	324,7	53,1
товарной продукции	223,5	232,7	237,1	13,6
Прибыль: на 1 работника управления, тыс. руб.	153,82	48,43	265,20	111,38

Анализируя таблицу, можно сказать, что удельный вес оплаты труда работников управления увеличился в 2019 г. на 0,67 п.п. по сравнению с 2017г. Это связано, как с увеличением численности аппарата управления, так и с ростом зарплаты.

Представим графическое изменение за исследуемый период результативности управления ОАО «Белмолпродукт» на рисунке 7.

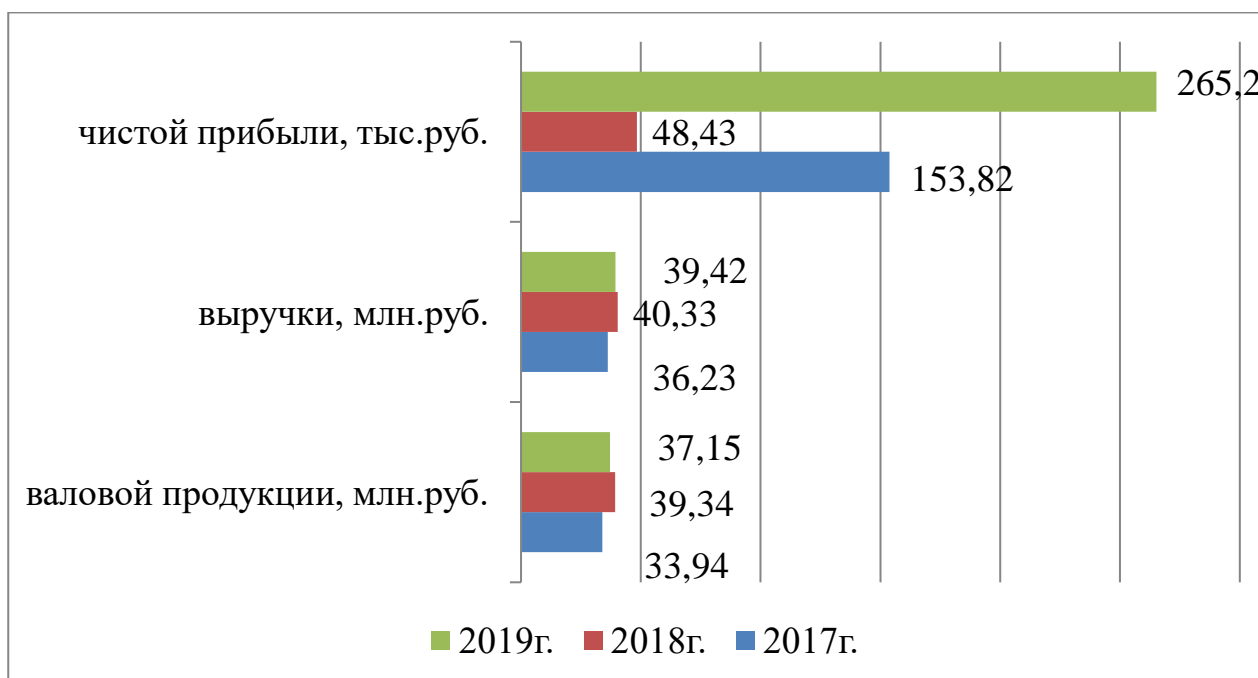


Рис. 7 Результативность управления в ОАО «Белмолпродукт» получено в расчете на 1 работника управления:

Таким образом, эффективность хозяйственной силы в огромной степени зависит от качества работы аппарата управления, результативности принимаемых им решений. Поэтому от того, насколько эффективно организован труд руководителей и специалистов, зависит экономический результат деятельности предприятия.

Анализ эффективности системы управления персоналом в ОАО «Белмолпродукт» показал, что: в организации преобладает молодой персонал, большинство персонала имеет высшее образование, среднегодовая выработка имеет тенденцию роста. В организации присутствуют простои в работе, текучесть кадров в 2019 г. увеличилась до 5,2%, что говорит о снижении постоянства кадров, а также об неудовлетворенности работников условиями труда, сложными условиями

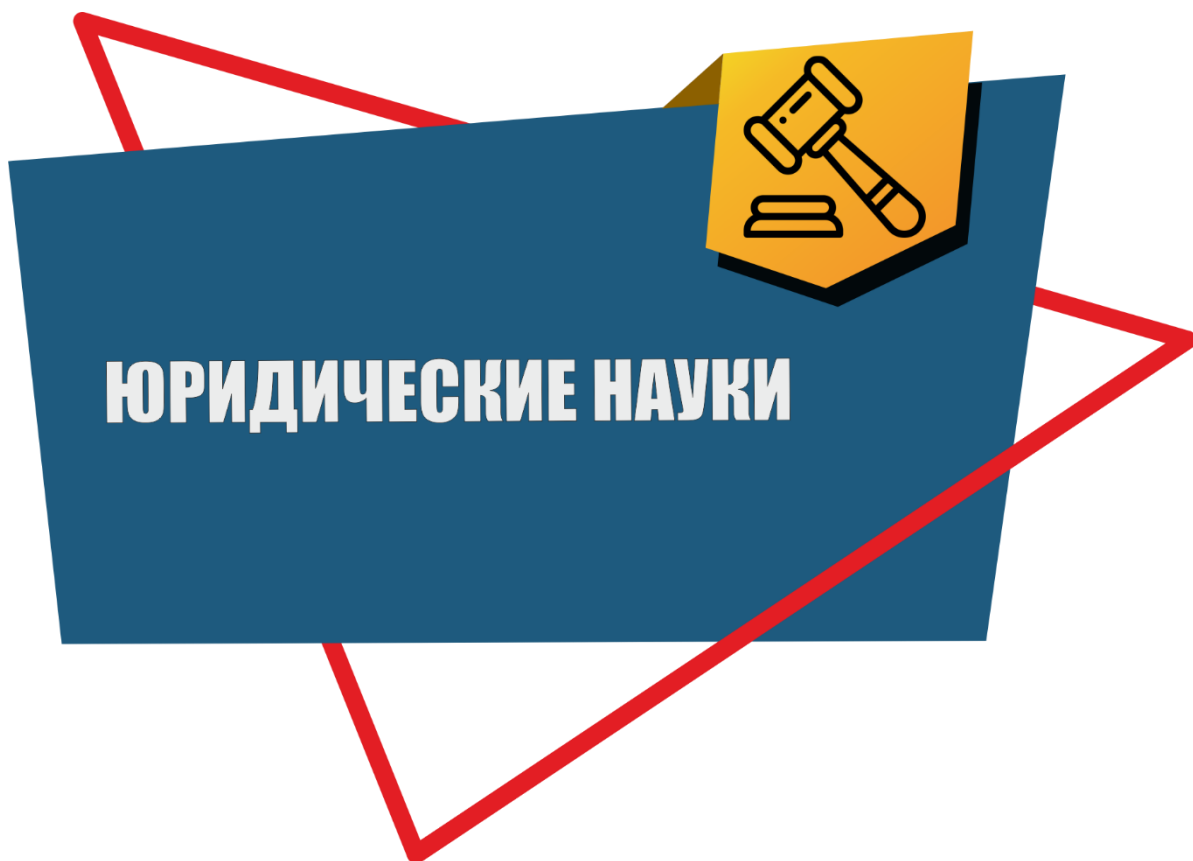
для адаптации, социально-психологической обстановкой в организации и т.п. Произошло увеличение фонда заработной платы в 2019 г. по сравнению с 2017 г. на 3,4% или 4429 тыс. руб. Персонал имеет возможность постоянно повышать квалификацию.

Выявленные недостатки при анализе действующей системы управления говорят о том, что в ОАО «Белмолмпродукт» необходимо переходить на бизнес-ориентированное управление персоналом организации. Бизнес-ориентированное управление персоналом ориентировано на максимизацию прибыли за счет рационального использования человеческого капитала.

Список использованной литературы:

1. Кибанов, А.Я., Ивановская, Л.В. Стратегия управления персоналом: учебно-практическое пособие / А.Я. Кибанов. - М.: Проспект, –2017. –64 с.
2. Кибанов, А.Я., Дуракова, И.Б. Управление персоналом организации: стратегия, маркетинг, интернационализация: Учеб. пособие / под ред. А.Я. Кибанова. М.: ИНФРА-М, 2016. – 301 с.

©Нежелъченко Е.В., Ясенюк С.Н., 2023



ГЛАВА 8

УДК 34

Сидоренко Т.Н.

канд. истор. наук, доцент,

Халиф Л.Н.

студент 1 курса факультета управления и права

ККИ (филиал) РУК,

г. Краснодар, РФ

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АРКТИКИ

1.

Аннотация: статья посвящена актуальным на современном этапе вопросам освоения Арктики и развития международного сотрудничества мировых держав в пределах ее территорий. В статье рассматриваются правовые аспекты установления особого порядка использования природных ресурсов Арктики, освоения ее территорий и обеспечения в ее границах особого политического режима, а также выделяются проблемы, связанные с разрешением указанных вопросов.

Ключевые слова: арктическая зона, политико-правовой режим Арктики, международное сотрудничество, «мягкое право».

В последние десятилетия четко прослеживается тенденция нарастания так называемой «полярной лихорадки». Данный термин в международном праве означает возросшую активность государств в деятельности, направленной на освоение и использование территорий Арктики и находящихся на них арктических природных ресурсов. Актуальность и значимость такой деятельности объясняется богатством арктических морей и континентального шельфа арктических стран ценными природными и живыми ресурсами. На изучаемых территориях были обнаружены большие запасы нефти, природного газа, каменного угля, других углеводородных ресурсов, а также рыб, моллюсков и иных промысловых видов [4, с. 183].

Глобальные изменения климата повлекли за собой открытие Северного морского пути, ставшего новой транспортной магистралью.

Создание нового пути позволило расширить экономические возможности многих государств по активному изучению, разведке и эксплуатации имеющихся арктических природных ресурсов. Впоследствии стали создаваться и развиваться новые промышленные предприятия и инфраструктура на сухопутных и шельфовых территориях Арктики.

Вместе с тем, территории Арктики имеют огромное экологическое значение не только для арктических государств (т.е. государств, территория которых находится в арктической зоне), но и для всего международного сообщества. Значимость рассматриваемого вопроса вызвана тем, что от успеха международного сотрудничества стран зависит устойчивость климата, биологического разнообразия Арктики и сохранение традиций и образа жизни коренных народов Севера. Кроме того, арктические территории признаны одними из наиболее экологически уязвимых. В связи с чем, неразумное пользование ее богатствами и отсутствие четких международных договоренностей о порядке пользования этими территориями способны привести к глобальным экологическим проблемам, которые придется разрешать в планетарном масштабе.

Не подвергается сомнению мысль о том, что наиболее серьезная ответственность за разумное пользование ресурсов земель и вод Арктики ложится на плечи именно арктических государств. Соответственно, законодательство этих стран должно четко регламентировать вопросы использования и охраны Арктики.

Несмотря на крупномасштабную работу, осуществляемую в рамках вопроса установления порядка арктического сотрудничества, отдельного международного договора об Арктике или специальных правил по ее использованию и охране до сих пор разработано не было.

Важным понятием, используемым в современном международном праве в вопросах правового регулирования Арктики, является «мягкое право». Этот термин включает в себя существующие нормы и правила, носящие исключительно рекомендательный характер и не имеющие обязательной юридической силы для государств. В качестве главных вопросов, поднимающихся в данного рода международно-правовых документах, выступают вопросы экологической безопасности, разведки и добычи полезных природных ископаемых, вылова водных биологических ресурсов, безопасности судоходства.

Целью данной работы является изучение вопросов нормативно-правового регулирования освоения и развития Арктики. В рамках исследования проведен анализ зарубежного опыта в правовом регулировании арктического вопроса; рассмотрено национальное законодательство в сфере освоения и развития арктического пространства; охарактеризованы правовые проблемы установления особого порядка использования природных ресурсов Арктики, освоения ее территорий и обеспечения в ее границах особого политического режима, а также проблемы, связанные с разрешением указанных вопросов.

В международном праве на сегодняшний день существует огромный массив различных договоров, целью которых является урегулирование вопросов, имеющих отношение к Арктике. Таких международных правовых документов насчитывается более ста [2, с. 218].

Основными международными документами в сфере арктического пространства являются:

1. Инувикская декларация о защите окружающей среды и устойчивом развитии в Арктике 1996 года;
2. Икалуитские декларации министров государств-членов Арктического совета 1998 и 2015 годов;
3. Нуукская декларация министров государств-членов Арктического совета 2011 года.

Перечисленные акты имеют своей целью, прежде всего, обеспечить региональное сотрудничество в сфере охраны окружающей среды в Арктике.

Помимо прочего, в настоящее время важное значение имеют международные конвенции, разработанные по вопросам добычи нефти и газа в море. К их числу относятся:

1. Конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения моря нефтью 1969 года;
2. Конвенция о создании международного фонда для компенсации ущерба от загрязнений нефтью 1971 года;
3. Лондонская конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов 1972 года;
4. Конвенция ООН по морскому праву 1982 года.

В 2008 году была разработана Илулиссатская декларация, инициаторами принятия которой стали арктические государства – Россия,

США, Канада, Норвегия, Дания. В настоящее время Декларации отводится важная роль в регулировании управления северными морскими пространствами на международном уровне. Кроме того, Декларация подтверждает отсутствие какой-либо необходимости в установлении совершенно нового международно-правового режима использования Северного Ледовитого океана. Арктические воды, в соответствии с данным документом, признаются по своему правовому режиму аналогичными другим водам в остальных регионах Земли, поскольку их использование подчиняется тем же нормам и правилам, что и использование всех остальных океанов планеты.

Важным шагом можно считать вступление в силу Международного кодекса для судов, эксплуатирующихся в полярных водах 2017 года, получившего название Полярный кодекс. Значимость его принятия заключается в том, что Полярный кодекс стал первым кодифицированным нормативным правовым актом, освещающим вопросы эксплуатации судов водами Арктики.

Все указанные ранее международные договоры, несомненно, имеют большой вес в рамках развития международного права в целом и арктического сотрудничества в частности. Однако на сегодняшний день ни один документ не создан специально для регулирования вопросов сохранения экосистемы Арктического региона и особенностей охраны окружающей среды в Арктике.

Тем не менее, к настоящему времени каждое арктическое государство имеет собственные внутренние стратегии по освоению, использованию и охране своих арктических территорий.

Важным обстоятельством является то, что утвердившийся в регионе статус закреплен не только нормативными актами приарктических государств, но и международным признанием, явно выраженном либо молчаливым.

Правительство Канады не раз подчеркивало, что факт распространения национальной юрисдикции основан не на одних лишь внутригосударственных интересах, а на действиях в интересах всего человечества при отсутствии эффективных норм международного права.

Так, в Канаде действуют два основных документа, регулирующих политику в отношении Арктики: «Северная стратегия Канады: наш Север, наше наследие, наше будущее»; «Основные положения по международной арктической политике Канады» [1, с. 135].

В Дании в июле 2020 года была подписана «Стратегия Арктики 2021 – 2030» – документ, определяющий долгосрочные цели и задачи, в числе которых: содействие развитию Арктики при бережном отношении к климату, окружающей среде и природе; расширение знаний о последствиях изменения климата; защита природной среды и биоразнообразия.

В 2017 году была обнародована Норвежская «Стратегия на Крайнем Севере», включающая в себя регламентацию путей достижения устойчивого развития арктических территорий, охраны природы как ключевой задачи. В качестве приоритетных задач Стратегия устанавливает развитие знаний о Крайнем Севере, использование наилучших инструментов управления окружающей средой и природными ресурсами, соблюдение интересов коренных народов Севера, дальнейшее развитие нефтегазовой деятельности в Баренцевом море в соответствии с нормами международных конвенций [2, с. 230].

Что касается политики США в отношении Арктики, то здесь следует отметить принятый нормативный правовой акт – Национальная стратегия арктического региона, в которой очерчиваются три основных направления, а именно: интересы безопасности США, ответственность за освоение Арктики, международное сотрудничество.

Арктический совет США выпустил Руководство по оценке рисков арктического судоходства. Документ, разработанный на основе Международного кодекса судов (Полярного кодекса), стал первым в мире арктическим руководством по оценке рисков. Он также включает в себя лучшие практики Антарктиды, где условия судоходства схожи с арктическими. Большая часть внутренних расходов на оборону в поддержку новой арктической стратегии будет осуществляться на Аляске. Военно-воздушные силы хотят превратить Арктику в «безопасный и стабильный регион, где национальные интересы США защищены, а страны совместно решают общие проблемы». Стоит отметить, что ВВС США являются наиболее задействованной в арктических вопросах военной службой.

Как и в случае с Международным кодексом судов, Руководство по оценке рисков арктического судоходства призвано восполнить пробелы, связанные с операционными возможностями. Так, в документе содержится ряд практических решений, призванных обеспечить боле

безопасное хождение в Северном Ледовитом океане, а также минимизировать риски, связанные с навигацией.

Стратегия утверждает, что скудная инфраструктура и суровые погодные условия делают окружающую среду Заполярья самой серьезной проблемой, стоящей перед военными силами в регионе. В результате изменения климата меняется окружающая среда: вечная мерзлота тает, а уменьшение морского льда ускоряет эрозию побережья, что сказывается на военных объектах, таких как взлетно-посадочные полосы. Это может привести к появлению требований к новой, более устойчивой конструкции, а в некоторых случаях – к перемещению некоторых объектов.

В тоже время таяние облегчает добычу определенных природных ресурсов и увеличивает движение судов в регионе, увеличивая вероятность того, что военным, возможно, придется участвовать в операциях реагирования на стихийные бедствия и спасения.

Новая стратегия гласит, что ВВС США улучшат свою систему наблюдения за противоракетной обороной. Военно-воздушные силы также признают, что их три основных средства связи в регионе – спутниковая связь, высокочастотное радио и наземные системы дальней связи – нуждаются в улучшении. Также постепенно увеличивается и военное присутствие.

Практически треть территории России приходится на районы Крайнего Севера. В связи с этим, Российская Федерация законодательно признает свою ответственность за рациональное и безопасное использование окружающей среды арктических территорий и обеспечение ее сохранности. В действующих «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года и дальнейшую перспективу» определены основополагающие национальные интересы России, в числе которых:

1. Использование Арктической зоны Российской Федерации в качестве стратегической ресурсной базы Российской Федерации, обеспечивающей решение задач социально-экономического развития страны;
2. Сохранение Арктики в качестве зоны мира и сотрудничества;
3. Сбережение уникальных экологических систем Арктики;

4. Использование Северного морского пути в качестве национальной единой транспортной коммуникации Российской Федерации в Арктике.

Таким образом, главной целью внутренней государственной политики Российской Федерации по вопросам развития Арктики является сохранение и обеспечение защиты природной среды Арктики, ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата.

Вместе с тем, специальных норм об использовании и защите арктических территорий внутреннее законодательство Российской Федерации не содержит.

Другим основополагающим документам, действующем в настоящее время на территории Российской Федерации, является «Стратегия развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». Стратегия разбивает приоритеты в области охраны окружающей среды Арктики на следующие этапы:

1. В рамках первого этапа разрабатывается единая национальная система мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды арктической зоны.

2. Второй этап состоит из снижения и предотвращения негативного воздействия на окружающую среду арктической зоны.

Однако на сегодняшний день ни один из этапов в полной мере не осуществлен [2, с. 223].

Развитие комплексного законодательства об Арктике необходимо, поскольку лишь оно позволит решить существующие и будущие проблемы использования и охраны Арктики. Такое развитие следует производить постепенно: от определения в стратегических документах принципиальных подходов и векторов развития российской Арктики к принятию специального закона, регулирующего особенности использования и охраны сухопутных территорий и морских пространств Арктической зоны и, затем, к утверждению программы развития.

На деле ситуация обстоит иным образом: после утверждения российской арктической стратегии не произошло принятия специального законодательства в виде, например, Федерального закона «О развитии Арктической зоны Российской Федерации», которого в настоящее время

не существует, а имеющийся законопроект в большей степени сосредоточен на государственном регулировании в области экономического развития в Арктической зоне.

Опираясь на анализ опыта зарубежных стран, можно сделать справедливый вывод о том, что эффективными мерами будут являться жесткий государственный контроль хозяйственной деятельности в Арктике, а также обязательное экологическое страхование и аудит природопользования.

Определенным прогрессом в сфере развития национального арктического законодательства России является принятие Федерального закона от 13 июля 2020 года № 193-ФЗ «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации». Однако данный нормативный правовой акт нацелен на развитие российского предпринимательства, и, кроме того, в нем имеется большое количество вопросов, касательно получения государственной поддержки или становления резидентом данного проекта. Так, для того, чтобы стать резидентом, соискатель проекта должен соответствовать по нескольким критериям, например, обязан иметь имущество и денежные средства. К коренным жителям в Арктике не предъявляются такие требования, в отличие от приезжих граждан. В связи с этим, на уровне федерального законодательства необходимо поддерживать начинающих предпринимателей, которые не имеют первоначальных вложений.

Другой проблемой, заслуживающей внимания, является обеспечение прав и интересов коренных малочисленных народов, населяющих Арктику. В нормативных актах, касающихся вопросов Арктики, нормы о согласовании хозяйственной деятельности с общинами коренных народов, проживающих на территориях хозяйственного использования, вовсе отсутствуют. Незавершенными остаются и меры, направленные на сохранение их среды обитания [6, с. 115].

В рамках данного исследования, считаем важным сконцентрировать внимание на наиболее актуальных проблемах и вопросах в стратегическом развитии Арктического региона, выделенных П.П. Баттаховым в статье «Особенности правового регулирования современной Арктики» [3], и рассмотреть возможности их решения.

1. В первую очередь, основной проблемой выступает недостаток высококвалифицированных специалистов, вызванный несоответствием уровня образования и уровня знаний тем требованиям, которые

выдвигаются ввиду особого характера экономической и социальной сфер региона. На территории Арктики наибольшим спросом пользуются непосредственно специалисты рабочих профессий, таких как инженер, тракторист, моторист, специалист в сфере информационных технологий. Несмотря на сформировавшийся спрос профессионалов данных областей, высшие учебные заведения региона, в большей степени, выпускают непрофильных специалистов. Как следствие – формирование недостаточного предложения по всем рабочим профессиям.

Другим важным упущением являются проблемы коренных народов в сфере образования, поскольку существует риск неполучения или получения некачественного образования молодежью северных регионов. Данная проблема приведет в перспективе к разработке полезных ископаемых с использованием инновационных технологий добывающими субъектами, к которым не будет относиться местное население. По этой причине становится крайне важной разработка стратегического плана, направленного на внесение специальных образовательных направлений для народов Крайнего Севера. Главной целью должно стать получение местным населением образования наравне со всеми. Для этого необходимо открывать и финансировать новые образовательные программы, а также образовательные учреждения всех уровней.

2. Другой проблемой выступает недостаточное обеспечение качественной медицинской поддержки, направленной на снижение дефицита кадров. В условиях сурового арктического климата важной проблемой является поддержание уровня здоровья населения.

С целью регулирования данного вопроса в России была разработана государственная программа, названная «Земский доктор», которая предназначена для обеспечения медицинских работников бесплатным жильем и денежными средствами, если врач решает переехать и работать в отдаленных Северных районах страны. В настоящее время программа нуждается в разработке дополнительных мер для поддержки медицинских работников, поскольку их привлечение для работы в районы Крайнего Севера на сегодняшний день остается актуальным.

3. Помимо прочего, существует проблема формирования качественной системы поставки продовольствия и топлива в отдаленные регионы. В настоящее время прослеживается тенденция оттока населения из данного региона. Связано это с тем, что государство в

недостаточной мере обеспечивает население жизненно необходимыми товарами, такими как топливо, продовольствие и многое другое.

Для нейтрализации сложившейся ситуации необходимо в кратчайшие сроки разработать комплексные методы, направленные на формирование системы поставки всех жизненно необходимых ресурсов для привлечения большего количества специалистов на данные территории.

4. Нельзя забывать и о важности Северного морского пути в качестве транспортного коридора мирового значения. Северное море – прекрасная возможность для перевозки национальных и международных грузов, поскольку условия современного климата делают морские транспортировки наиболее выгодными для формирования прибыли экономики государств мира.

Вместе с тем, важно не допустить негативных последствий, так как регулярное использование арктических вод может привести к непоправимому ущербу региону, что приведет к таянию ледников и повышению уровня мирового океана. В ином случае, мир подвергнется новой серьезной глобальной проблеме, на разрешение которой государства будут вынуждены затратить большую часть своего бюджета.

Для того, чтобы избежать негативных последствий, следует провести совместные научные исследования в данном регионе и выработать тактику безопасного использования водного пространства.

5. Еще одним важным аспектом является необходимость формирования законодательства с учетом особенностей климата Арктики. Для обеспечения комфортной жизни населения следует обеспечить его санитарно-эпидемиологическое благополучие. С этой целью следует реорганизовать больницы и все виды медицинских учреждений.

Наиболее острой и актуальной проблемой в сфере здравоохранения является нехватка высококвалифицированных кадров, а также лекарственных препаратов, доставка которых осложнена ввиду слабой развитости системы поставок в регионе. Ввиду особенностей климата даже в летний период времени количество заболевших не сокращается. Это свидетельствует о благоприятной для развития вирусов обстановке. Как следствие, уровень медицины в регионе должен быть выше.

6. Завершить перечень основополагающим проблем арктического региона следует рассмотрением вопроса обеспечения сохранности и

популяризации культурного наследия, а также истории региона. Крайне важно сохранить все элементы самобытной культуры малочисленных коренных народов севера. Эта инициатива должна развиваться на государственном уровне с целью обеспечения наиболее благоприятных условий для местного населения.

Одной из важных проблем является то, что коренные народы не изучают собственную культуру и историю развития народа. Крайне важно сохранить традиционную культуру местных народов, поскольку только она отражает историю развития человечества в суровых условиях Арктики.

Законодательство Российской Федерации должно обеспечивать гарантию экономического развития арктических территорий государства, а также защищать права и интересы живущих здесь коренных народов в условиях активного промышленного развития региона.

Для того чтобы избежать быстрого исчерпания ресурсов Арктики следует одновременно развивать все субъекты Российской Федерации, чтобы все сектора экономики развивались на равных условиях. За счет этого получится сохранить значительный сырьевой запас и для последующих поколений жителей Российской Федерации.

В настоящее время определенного статуса Арктики не закреплено. Документами, которые в какой-то степени могут урегулировать данный вопрос, являются Конвенция ООН по морскому праву 1982 году и Конвенция о континентальном шельфе 1958 года. Но в них даются разные определения понятия «континентального шельфа».

Согласно Конвенции по морскому праву континентальный шельф прибрежного государства включает в себя «морское дно и недра подводных районов, простирающихся за пределы его территориального моря на всем протяжении естественного продолжения его сухопутной территории до внешней границы подводной окраины материка или на расстояние 200 морских миль от исходных линий, от которых отмеряется ширина территориального моря, когда внешняя граница подводной окраины материка не простирается на такое расстояние».

Понятие «континентальный шельф» по Женевской конвенции 1958 г. совпадает с геологическим понятием шельфа. Именно расхождения в сущности понятия шельфа позволяют вести полемику о его разделе. Вопрос становится все острее с учетом того факта, что мировых запасов

нефти при нынешних темпах добычи хватит на 40 лет, а если учитывать рост потребления энергии, на 30 лет.

Таким образом, освоение шельфа, как источника добычи энергетических ресурсов, представляется стратегически важной задачей каждого государства. За влияние в Арктике борются Норвегия, Дания, Россия, США и Канада. Все пять государств, претендующие на часть шельфа Северного Ледовитого океана имеют прямой выход к нему. На протяжении всей своей истории Россия имела и имеет в Арктике геополитические, военные, экономические интересы, которые в современный период рассматриваются как объективные необходимости. Исторически все же возможно достижение договоренностей [5, с.167].

Наиболее серьезная ответственность за разумное пользование ресурсов земель и вод Арктики ложится на плечи именно арктических государств. Соответственно, законодательство этих стран должно четко регламентировать вопросы использования и охраны Арктики.

В качестве главных вопросов, поднимающихся в международно-правовых документах, выступают вопросы экологической безопасности, разведки и добычи полезных природных ископаемых, вылова водных биологических ресурсов, безопасности судоходства. Следует признать, что в рамках международного арктического сотрудничества, отдельного международного договора об Арктике или специальных правил по ее использованию и охране до сих пор не разработано.

Важным аспектом является наличие во всех арктических государствах стратегических документов, регулирующих вопросы освоения территории Арктики. В Российской Федерации, в отличие от остальных стран, отсутствует законодательство в сфере регулирования арктических зон, подкрепляющее разработанные стратегии.

К примеру, в Канаде действует Акт о нефтегазовых операциях, в сопровождение которого разработан целый пакет технических требований о размещении объектов нефтегазовой промышленности, о бурении и добыче нефти и газа на арктических территориях и о геологической разведке. Причем развитие законодательства в этой сфере не стоит на месте, и с 2018 года наметилась тенденция совершенствования и обновления нормативной базы. В Норвегии законодательство по вопросам Арктики наиболее развито: в настоящее время действуют пять законов и более десяти подзаконных актов,

специально регулирующих использование ресурсов Арктики и охрану ее окружающей среды.

Формирование полноценной правовой базы по Арктике в России должно начинаться с учета опыта других арктических государств и изучения специфики собственного арктического региона. Лишь создав действенные правовые нормы, государства получают возможность устойчивого развития и использования этой уникальной части планеты.

Таким образом, для стратегического развития Арктических регионов, обеспечения национальной безопасности необходимо развивать правовые институты. Законодательство Российской Федерации должно обеспечивать гарантию экономического развития арктических территорий государства, а также защищать права и интересы живущих в данном регионе коренных народов. В ближайшие годы следует разрабатывать и принимать комплексный нормативно-правовой акт «Арктический кодекс России», который в дальнейшем будет регулировать все правовые вопросы освоения и развития Арктики.

Список использованной литературы:

1. Авхадеев В.Р. Многосторонние международные соглашения, регулирующие правовой режим Арктики // Журнал российского права. 2016. № 2. С. 135-136.

2. Авхадеев В.Р. Правовое регулирование освоения морских биоресурсов Арктики: нормы международного права и механизмы сотрудничества государств // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2020. № 4. С. 216-239.

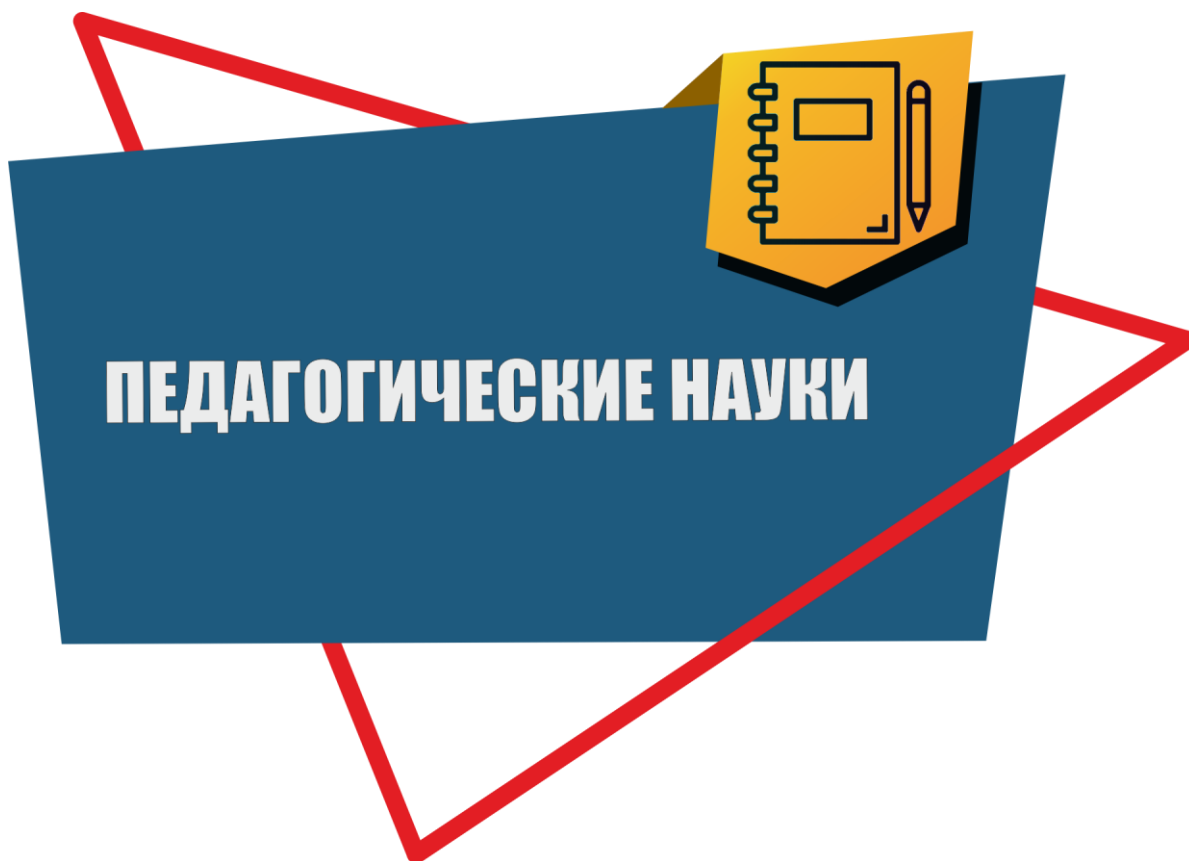
3. Баттахов П.П. Особенности правового регулирования современной Арктики // Экономические исследования и разработки: научно-исследовательский журнал. – Режим доступа: <http://edrf.ru/article/05-11-20>

4. Боголюбов С.А., Краснова И.О. Право и спасение природы российской Арктики // Актуальные проблемы российского права. 2018. № 6. С. 178-190.

5. Зарубина Н.П., Контанистов И.В. Объективные необходимости освоения Арктики и правовые формы практической реализации // Достижения вузовской науки. 2015. № 4. С. 160-168.

6. Хлуденева Н.И. Перспективы развития правовой охраны арктических экосистем // Журнал российского права. 2015. № 11. С. 115-122.

© Сидоренко Т.Н., Халиф Л.Н., 2023



ГЛАВА 9

УДК 37.01

Байдалина О.В.

канд. пед. наук, доцент
Горно-Алтайский госуниверситет,
г. Горно-Алтайск, РФ

РАЗВИТИЕ АДАПТАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ К УСЛОВИЯМ БУДУЩЕЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, КАК ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация: Развитие адаптационных способностей обучающихся, формирование на их основе механизмов гармоничного и безопасного отношения с объектами окружающей реальности являются сегодня главной целью и задачей гуманистической педагогики.

Ключевые слова: адаптация, адаптационные способности, виды адаптации, формы адаптации, адаптационная среда.

Преобразование общественно-политической и экономической жизни страны не могло не затронуть и систему образования, поскольку от качества и характера образовательной политики государства зависит даже не столько сегодняшнее, сколько будущее его развитие и процветание.

Современное образование России строится на фундаменте достижений отечественной педагогической науки, активно использует традиционный и инновационный опыт зарубежных стран и осуществляет новые теоретические и экспериментальные педагогические разработки.

Направленность реформирования всей системы образования России и в частности общеобразовательной школы, определяется новой образовательной парадигмой, основное отличие которой от традиционной, просветительской состоит в принципиально иной доминанте целеполагания. Гуманистический характер этой парадигмы предполагает смещение вектора приоритетности в сторону личностного аспекта образовательных целей.

Акцент в образовательной политике на интересы личности требует рассмотрения важнейшей проблемы личностного существования - проблемы взаимодействия с окружающим миром и адаптации к условиям жизнедеятельности. Характер взаимоотношений человека с окружающим его внешним миром зависит от степени развития индивидуальных особенностей его личности, определяемых как адаптационные способности. Развитие этих особенностей личности, формирование на их основе механизмов ее гармоничного и безопасного отношения с объектами окружающей реальности и становится сегодня главной задачей гуманистической педагогики.

Вместе с тем, целевая установка гуманистической педагогики на развитие адаптационных способностей учащихся не получила еще должной реализации в практике российского школьного образования. Многие учителя выражают серьезную озабоченность тем, что не видят возможных путей практического осуществления этой стороны образовательной деятельности. Это связано с недостаточной теоретической проработанностью самой проблемы адаптационных способностей учащихся в педагогической литературе.

Выявленные противоречия позволили определить цель и задачи исследования.

Цель исследования: теоретическое обоснование адаптационных способностей обучающихся к условиям будущей жизнедеятельности, как целевой установки образовательного процесса.

Задачи исследования:

1. рассмотреть круг понятий, связанных с ключевыми понятиями исследования: «адаптация», «адаптационные способности»;
2. провести теоретический анализ и обобщить существующие представления о развитии адаптационных способностей обучающихся в процессе образовательной деятельности;
3. определить критерии и формы контроля сформированности адаптационных способностей обучающихся в образовательном процессе.

Из всего многообразия целей общего среднего образования можно выделить два основных аспекта: социальный аспект, отражающий глобальные требования общества к общему образованию и цели общеобразовательной школы как социального института, и личностный

аспект, т.е. цели общего образования с точки зрения формирования основных сторон личности, выделяемых в теории ее структуры. [7,с.58]

Долгое время основные усилия школы были направлены на реализацию социального аспекта целей образования. При этом традиционная школа представляла собой социократическую модель обучения, суть которой состояла в использовании образования для целенаправленного формирования личности нужной государству, отвечающей его социальному заказу. Это не значит, что индивидуальные потребности и запросы обучающихся были полностью игнорированы, но они поощрялись только в том случае если совпадали с интересами государства.

Современная гуманистическая концепция проецирует усиление внимания педагогов на личностный аспект образовательных целей, что определяется объективными условиями самого существования человека и типом его взаимодействия с окружающей действительностью.

Достигшая высот своего развития современная цивилизация инициировала глубокие преобразования в природном и социальном окружении человека. Антропоцентризм, произвольное возведение себя в ценностный центр не только стало причиной экологических бед, но и вызвало заметные изменения физической и духовной организации самого человека и, в первую очередь, его адаптационных механизмов, что ставит определенные цели перед образовательным пространством.

В XXI веке личности все чаще приходится думать о проблемах, возникающих в ее окружении, причинах, их вызывающих, искать пути их преодоления, адекватно изменяя собственную деятельность. Отсюда основные задачи современного образования - подготовить обучающихся к выживанию в нестабильном обществе, сформировать соответствующий стиль мышления и деятельности, создать условия для овладения навыками саморазвития, информационной культуры, терпимости к чужому мнению и эмоциональной пластичности без которых невозможна адаптация в современных жизненных ситуациях. На это указывает большинство авторов, работы которых посвящены проблеме гуманизации общего среднего образования.

Для достижения поставленной цели исследования необходимо, прежде всего, уточнить само понятие адаптационных способностей, как в общем смысле, так и с учетом педагогического аспекта его рассмотрения. Поэтому, мы обратились к существующим наработкам в области теории

адаптации, что позволило определить основные подходы к рассмотрению этой проблемы и особенности адаптации человека - как вида взаимодействия с факторами природной, социальной и техногенной среды.

Понятие адаптации можно отнести к общенаучным понятиям. Впервые оно возникло в биологии, где используется для обозначения степени выживаемости особей и популяций, приспособления органов и частей тела (коадаптация). Так в «Кратком словаре современных понятий и терминов» (под ред. Н.Т. Бунич и др.) читаем: «Адаптация - в биологии совокупность морфофизиологических, поведенческих, популяционных и других особенностей биологического вида, обеспечивающая возможность специфического образа жизни особей в определенных условиях внешней среды». [5, с.13]

Способность к адаптации рассматривается как полезный признак, возникший в процессе эволюции на основе естественного отбора. Таким образом, проблема адаптации живых организмов в окружающей среде является по существу эволюционной проблемой. В ходе развития науки проблема адаптации вышла за рамки эволюционной теории и общей биологии и начала проникать в медицину, психологию, социологию, юриспруденцию, кибернетику и т. д., а в позднее стала предметом обсуждения и в педагогических науках.

В каждой области знания понятие адаптации трактуется в соответствии со спецификой изучения. Было бы неверным рассматривать перенос этого понятия из одной науки в другую как простое заимствование термина «адаптация» из арсенала биологических понятий. Поэтому, для уточнения значения понятия адаптация в педагогическом смысле, целесообразно сначала разобраться в основных аспектах определения различных сторон адаптации.

Определения понятия адаптации мы встречаем в энциклопедиях, справочниках, учебных пособиях и монографиях.

Определение данного понятия общего характера дается в Большой Советской Энциклопедии: «Адаптация (от позднелатинского *adaptatio* – приспособление) - приспособление строения и функций живых организмов к условиям внешней среды». [1, с.216]

Подобного рода общие определения встречаем и в других источниках. В «Словаре русского языка» С.И. Ожегова: «Адаптация приспособление организма к изменяющимся внешним условиям» [12,

с.22], далее в «Словаре русского языка»: «Адаптироваться - приспособится к новым или изменившимся условиям». [18, с.25]

Более специфические определения данного понятия встречаем в специализированных справочных изданиях. Так, в медицине им пользуются для обозначения жизнедеятельности организмов в норме и патологии. В «Малой медицинской энциклопедии» читаем: «Вопросы адаптации человеческого организма к климатическим и температурным условиям, к труду, отдыху и быту к питанию и т.д. имеют большое общетеоретическое и практическое значение». [8, с.15]

В «Психологическом словаре» (под ред. Давыдова В. В. и др.) адаптация рассматривается как «совокупность процессов происходящих в организме под воздействием неблагоприятных условий существования, направленных на сохранение гомеостаза. Сдвиги, сопровождающие адаптацию затрагивают все уровни организма: от молекулярного до уровней психологической регуляции. Решающую роль в успешности адаптации к экстремальным условиям играют процессы тренировки, функциональное, психическое и моральное состояние индивида...». [14, с.11]

Кроме того в медицине и психологии прочно утвердилось понятие «адаптационный синдром», под которым понимают совокупность адаптационных реакций организма человека и животных, носящих защитный характер и возникающих в ответ на значительные по силе и продолжительности неблагоприятные воздействия - стрессоры.

Характерной особенностью психологического аспекта теории адаптации является и то, что понятие адаптация рассматривается в тесной взаимосвязи с другими понятиями – «социализация» и «воспитание», а так же с такими понятиями как «адаптированность», характеризующее уровень приспособления индивида к определенным воздействиям, «адаптабельность», рассматривающееся как субъективная предпосылка приспособления к влияниям и т.д. [3, 128]

В технике и кибернетике разрабатывается понятие «адаптивные системы» под которыми подразумеваются самонастраивающиеся системы, радиотехнические устройства, приёмно-передаточные установки различных типов.

Таким образом, анализ литературы показал, что понятие адаптации употребляется в нескольких значениях. С одной стороны, адаптация рассматривается как процесс приспособления определённой системы к

условиям среды, а с другой используется для обозначения результата такого процесса.

Не существует однозначного подхода и в понимании качественной характеристики адаптационной среды.

Ряд авторов разделяет точку зрения, согласно которой адаптация не должна быть непременно связана с необычными условиями жизнедеятельности и рассматривает приспособление как обычную функцию в условиях типичных для данного вида. В соответствии с этим, А.М. Уголев считает, что наиболее подходящим определением адаптации является следующее: «Адаптация – это возникшее в процессе эволюции соответствие структуры и функций условиям их обычной работы». [19, с.50]

Авторы, разделяющие противоположную точку зрения, напротив, считают возможным говорить об адаптации только применительно к ситуациям, характеризующимся изменениями привычных условий существования или действием чрезвычайных раздражителей (И.Р. Петров, В.Б. Лемус [13, с.35] и др.).

В соответствии с вышесказанным выделяется два противоположных взгляда на адаптацию - как норму и как отклонение от нормального состояния.

Взгляд на адаптацию как норму получил признание в медицине, психологии. Так, В.И. Лебедев отмечает: «Одним из признаков адаптации является то, что регуляторные процессы, обеспечивающие равновесие организма как целого во внешней среде, протекают плавно, слажено, экономично, т.е. в зоне «оптимума»». [6, с.73]

П.С. Граве и М.Р. Шнейдман считают, что человек находится в адаптированном состоянии тогда, «когда его внутренний информационный запас соответствует информационному содержанию ситуации, т.е. когда система работает в условиях, где ситуация не выходит за рамки индивидуального информационного запаса». [2, с.83]

Отличной от предыдущей является трактовка понятия адаптации предложенная в Американской энциклопедии, согласно которой адаптация есть сдвиг в функциях или форме, поддерживающий существование системы в определённой среде. [20, с.34]

Различная интерпретация понятия адаптация в соответствии с определёнными установками на исследование данного явления не исключает, однако, что в целом, адаптация, как необходимое условие

существования живого, включает в себя в качестве основной предпосылки взаимодействие внутреннего (организм, техническое устройство) и внешнего (среда) с присущими этому взаимодействию противоречивыми моментами. Поэтому, в самом общем значении понятие «адаптация» отражает основные закономерности, обеспечивающие существование и развитие различных систем при определенном взаимодействии внутренних и внешних условий. [20, с.34]

В вопросах касающихся взаимодействия личности и социальной среды данный термин используется сравнительно недавно. Это объясняется тем, что долгое время преобладала точка зрения на адаптацию как на пассивное приспособление, в то время как личность рассматривалась с позиций активно воздействующего на среду субъекта. Для такого взгляда на проблему характерна позиция Ю.И. Семёнова, согласно которому «приспособительная деятельность» объявлялась присущей только животным, в отличие от общества, характеризующегося «производственной деятельностью». [17, с.175-176]

На самом деле, как отмечает Э.С. Маркарян «отличие человека состоит вовсе не в том, что для него не характерна приспособительная, адаптивная деятельность, а в особом активно приспособительном отношении к среде». [9, с.17] В связи с этим, он удачно назвал адаптацию человека адаптирующей адаптацией, подчеркивая тем самым момент ее активности.

Сегодня взгляд на адаптацию, как на активную приспособительную деятельность является общепризнанным. При этом отмечается, что в «сфере взаимодействия личность - социальная среда обе стороны являются адаптивно-адаптирующими системами». [11, с.167]

В подтверждение вышесказанного приведём несколько определений:

«Адаптация социальная - процесс активного приспособления индивида к изменившейся среде с помощью различных социальных средств». [4, с.6]

«Адаптация - вид взаимодействия личности и социальной группы в ходе которого согласовываются требования и ожидания его участников». [171, с.9]

«Адаптация социальная - 1) постоянный процесс активного приспособления индивида к условиям внешней социальной среды; 2) результат этого процесса». [15, с.12]

«Важнейшим фактором успешной адаптации является оптимальное сочетание адаптивной и адаптирующей деятельности, варьируемое в зависимости от конкретной ситуации, т.е. правильное понимание того, как, насколько и ко всему ли возможна и необходима адаптация». [21, с.12]

Таким образом, как отмечает В.Т. Пуляев, главное в человеке, обладающем волей, сознанием, способностью мыслить – его активность и адаптивность, которые, с одной стороны, становятся его атрибутивным, неотъемлемым свойством, с другой – приоритетным по отношению к реактивности и пассивности. [16, с.158]

Процесс социальной адаптации как вид взаимодействия человека со средой характеризуется специфическими особенностями, которые обусловлены единством социального и биологического факторов.

Во-первых, адаптация человека включает физиологические, биологические, психологические и собственно социальные уровни. При этом, процесс приспособления человека протекает при активном участии сознания (хотя отдельные моменты могут и не осознаваться).

Во-вторых, по отношению к человеку среда имеет принципиально иной характер, так как не редко оказывается результатом его трудовой деятельности.

В-третьих, человек не просто пассивно принимает результаты адаптации, но в состоянии систематически и целенаправленно изменять их в соответствии с собственными целями.

В четвертых, процесс социальной адаптации, основой которого является ассимиляция общественно-исторического опыта, протекает двумя путями: научением и самообучением, причем процессы самообучения, широко распространенные в животном мире, у человека вытесняются процессами научения, т.е. прямым восприятием опыта предшествующих поколений.

Последнее положение особенно важно для нашего исследования, так как актуализирует роль специальных социальных институтов, передающих опыт общения с окружающей действительностью через систему образования, воспитания и развития.

Выявленные особенности в характере и способах приспособления человека к условиям окружающей среды определяют еще одну важную черту его адаптивного поведения.

Уровень развития современного общества подвел человека к тому, что ему все в большей степени приходится адаптироваться к последствиям собственной деятельности. Человек не может, планируя некое действие, полагать, что пути адаптации к его последствиям могут быть выработаны после того, как это действие пройдет. Эффективность адаптационного процесса человека зависит теперь от его способности смотреть в завтра, предвосхищать развитие событий.

Следует отметить, что вообще опережающий характер реакций на внешние воздействия является одной из особенностей отражения в живой природе в отличие от неживой. Это явление базируется на возникновении условных временных связей между отражающим субстратом и внешними воздействиями, на что указывается в работах Н.П. Павлова, П.К. Анохина, И. Лингарта и др.

С опережающей отражательной способностью связаны такие отличительные признаки живого как активность, направленная на самосохранение, целесообразность поведения и, наконец, сознательное преобразование среды обитания. Следовательно, приспособление живого к постоянно изменяющейся среде не только не исключает, а с необходимостью предполагает отображение предметов и событий внешнего мира еще до момента их непосредственного воздействия.

Что касается человека, то он в буквальном смысле «антиципирует» (предвосхищает, предугадывает) будущие события, сознательно направляет и использует их в своей деятельности». [20, с.130] Это связано с особой ролью сознания в его адаптационной деятельности. Осуществляя мыслительные действия, духовные операции, которые иногда невозможно совершить в материальной действительности, привлекая индивидуальный и общественный опыт, рефлексировав собственную деятельность, человек оказывается способным к предвидению, позволяющему наилучшим, экономичным способом приспособиться к настоящему и будущему. Такая потенциальная планируемость адаптационного действия по отношению к факторам внешней среды определяет возможность самоидентификации, самоопределения и самореализации человека в жизнедеятельности (рис. 1).

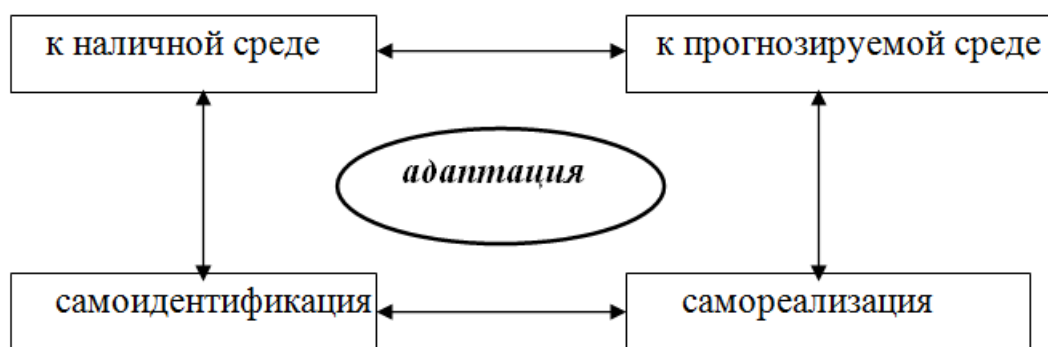


Рис. 1. Роль адаптации в процессе самореализации и самоидентификации человека в жизнедеятельности

Все это дает возможность обратиться к проблеме адаптации человека в педагогическом аспекте ее рассмотрения. Прежде всего, суммировав все выше сказанное, отметим, что успешность адаптации человека зависит от соединения в собственной деятельности принципов приспособления и активности со смещением акцента в сторону последнего. Поэтому, как справедливо отмечает Е.А. Ямбург, в образовательном процессе «ни гомеостаз (поддержание динамического равновесия организма), ни социальная адаптация (в смысле уподобления среде) не могут являться главными целями ...». [22, с.19] Главные усилия системы образования должны быть направлены на развитие адаптационных способностей учащихся, как потенциальной «готовности» к адаптивному поведению.

В общем значении способность человека к адаптации определяется свойствами живого организма изменяться самостоятельно, а так же преобразовательно воздействовать на окружающие объекты в ходе приспособления к окружающей среде.

В педагогическом аспекте адаптационные способности рассматриваются как индивидуальные особенности личности, являющиеся субъективными условиями адаптации к природным, социальным или техногенным факторам среды обитания на основе умения применять полученные знания для решения конкретных жизненных задач. Однако адаптационные способности не сводятся к имеющимся у индивида знаниям, умениям и навыкам, и обнаруживаются в особых качествах и свойствах личности, определяющих характер ее взаимодействия с окружающим миром. Как отмечает Н.Ф. Маслоу, такие

качества в личности и свойства поведения «отвечают динамизму изменяющейся социальной среды...» и позволяют включаться в жизнедеятельность «не подрывая основ физического (естественного) и нравственно-психологического (обретенного в социуме) здоровья». [10, с.7]

Основу адаптационных способностей составляет особый «адаптационный потенциал» человека, под которым понимают своеобразный резерв прочности к возможным изменениям ситуации и нагрузкам. [22, с.15] Адаптационный потенциал включает врождённые анатомо-физиологические и психологические особенности индивида и опыт личности, формируемый в процессе жизнедеятельности, как стихийно - при непосредственном взаимодействии с объектами окружающей действительности, так и целенаправленно - в процессе обучения.

О сформированности адаптационных способностей можно судить по различным критериям и показателям эффективности и качества взаимодействия личности со средой (см. табл. 1).

Таблица 1. Критерии и показатели эффективности и качества взаимодействия личности со средой

Критерии сформированности адаптационных способностей	Некоторые составляющие критерий показатели
<p>Творческое (креативное) решение жизненных задач применение имеющихся знаний в нестандартных условиях адекватное изменение организации деятельности интенсификация деятельности</p>	<p>рефлексивность креативность абстрагирование полнота переноса знаний и умений осознанность знаний владение эвристическими приемами</p>
<p>Осознание себя субъектом собственной жизнедеятельности самоидентификация, самопознание, самореализация принятие и реализация принятых ценностей и смыслов согласование самооценок и притязаний с личностными возможностями и реалиями среды социально одобренное повышения поведение и способы деятельности</p>	<p>сознание рефлексивность самооценка, самоанализ принятие определённых социальных ролей законопослушность дисциплинированность</p>

Готовность к перманентному обучению познавательный интерес сформированность общей системы предметных знаний сформированность учебно-познавательных умений и навыков владение средствами коммуникации интеллектуальная работоспособность	познавательная активность обучаемость осознанность мнения полнота применения знаний полнота умения любопытность организованность
Выбор сферы деятельности	профессиональная мотивации направленность личности
Эмоционально-психологическое удовлетворённость средой	уровень тревожности, нейротизм, агрессивность, эстетические чувства
Критическая оценка действительности	ценностные ориентации рефлексивность, действенность, функциональность, оперативность знаний
Диалогичность	конфликтность, коммуникативность особенности межличностных отношений
Безопасность деятельности	функциональная грамотность, витальная компетентность, практическая информированность

В условиях гуманизации образования знаниевая направленность традиционной общеобразовательной школы оказывается недостаточной. Личностно-ориентированный характер современной образовательной парадигмы предусматривает не просто накопление знаний учащимися, а их подготовку к непрерывному содержательному обмену со средой, развитие умения применять полученные знания на практике. В этой связи вопрос о возможностях развития адаптационных способностей учащихся в процессе обучения рассматривается как важная задача и цель педагогического воздействия. Выявленные критерии сформированности адаптационных способностей позволяют проводить их верификацию в образовательном процессе.

Список использованной литературы

1. Большая советская энциклопедия: в 30 т. /Гл.ред.: А.А.Прохоров — 3-е изд. — Москва: Советская энциклопедия, 1969-1978. Т. 1— 608 с.
2. Граве П.С., Шнейдман М.Р. Адаптивные системы. - Москва: Мысль, 1972.-336 с.

3. Иржи Ружичка. Некоторые проблемы социальной психологии (Психология и работа с людьми). - Москва: Прогресс, 1981. - 215с.
4. Краткий Словарь по социологии /Под ред. Д.М. Гвишиани, Н.И.Лапина.- Москва: Политиздат, 1989. - 448 с.
5. Краткий словарь современных понятий и терминов /Н.Т. Бунич, Г.Г. Жаркова и др.). - Москва: Из-во Республика, 1993. - 510 с.
6. Лебедев В.И. Личность в экстремальных условиях. - Москва: Политиздат, 1989.- 303 с.
7. Леднев В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. - Москва: Высшая школа, 1991. – 224 с.
8. Малая медицинская энциклопедия: в 2 т. /Под ред. В.Х. Василенко. - Москва: Советская энциклопедия, 1965. т.1. - с 16.
9. Маркарян Э.С. О генезисе человеческой деятельности и культуры. - Ереван: Из-во АН Арм. ССР,-1973. - 228 с.
10. Маслова Н.Ф. Социальное воспитание личности: цели и региональное проектирование защиты детства от дегуманизации среды // Развитие и социализация ребенка в различных культурно-образовательных средах.- Орел: Городской социально-образовательный Центр, 1994. - с.3-7.
11. Методологические проблемы социологического исследования /Под ред. Д.Ф. Козлова . - Москва: Из-во Московского университета, 1979. - 224 с.
12. Ожегов С.И. словарь русского языка / Под ред. Н. Ю. Швецовой. - Москва: «Русский язык», 1975. - 846 с.
13. Петров И.Р., Лемус В.Б. Общее учение о болезни: Многотомное руководство по патологической физиологии. - Москва: Медицина, 1966. т.1. - 401 с.
14. Психологический словарь /Под ред. В.В.Давыдова и др. - Москва: Педагогика, 1983. - 448 с.
15. Психология. Словарь /Под общ. ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского.- Москва: Политиздат, 1990. - 494 с.
16. Пуляев В.Т. Целостный человек и детерминанты его общественного развития // Социально- гуманитарные знания.- 1999. № 6. - с. 151-169.
17. Семенов Ю.И. Как возникло человечество. – Москва: Наука, 1966. - 576 с.

18. Словарь русского языка: в 4-х т. /АН СССР, Инст.рус.языка; Под.ред. А.П.Евгеньевой.- Москва: Рус. язык, 1981. т.1. - 696 с.
19. Уголев А.М. Пищеварение и его приспособительная эволюция.-Москва: Высшая школа, 1964. - 306 с.
20. Философские проблемы теории адаптации /Под ред. Г.И. Царегородцева. - Москва: Мысль, 1975. – 277 с.
21. Философский энциклопедический словарь /Гл. редакция: Л.Ф. Ильичев, П.Н. Федосеев, С.М. Ковалев, В.Г. Панов.- Москва: Советская энциклопедия, 1983. - 840 с.
22. Ямбург Е.А. Школа для всех: Адаптивная модель (Теоретические основы и практическая реализация). - Москва: Новая школа, 1997. - 352 с.

© Байдалина О.В., 2023

ГЛАВА 10

УДК 37

Москаленко М.Р.,

кандидат исторических наук, доцент,
Филиал Удмуртского государственного университета в г. Нижняя
Тура, Россия

КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ И ЕЕ РОЛЬ В ИНТЕГРАЦИИ ОБЩЕСТВА: ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СО СТУДЕНТАМИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация. Изучение культурно-исторической памяти общества как сложного, многоаспектного феномена очень важно для студентов управленческих направлений подготовки. Как при принятии решений по реформированию тех или иных сфер общества, так и реализации различных программ социально-экономического развития, необходимо учитывать самые разноплановые аспекты специфики культуры, менталитета, национальной психологии. Все это делает актуальным знакомство учащихся с данной проблематикой.

Ключевые слова: культурно-историческая память, социальная безопасность, обучение студентов управленческих направлений подготовки

Moskalenko M.R.,

Associate Professor, Ph.D. of History, Branch of Udmurt State University
in Nizhnyaya Tura (Russia)

CULTURAL AND HISTORICAL MEMORY AND ITS ROLE IN THE INTEGRATION OF SOCIETY: FEATURES OF STUDYING MANAGERIAL AREAS OF TRAINING WITH STUDENTS

Abstract. The study of the cultural and historical memory of society as a complex, multifaceted phenomenon is very important for students of management training. When making decisions on reforming certain spheres of society and implementing various programs of socio-economic development, it

is necessary to take into account the most diverse aspects of the specifics of culture, mentality, and national psychology. All this makes it important for students to get acquainted with this problem.

Key words: cultural and historical memory, social security, teaching students of managerial areas of training

Изучение культурно-исторической памяти общества как сложного, многоаспектного феномена очень важно для студентов управленческих направлений подготовки. Как при принятии решений по реформированию тех или иных сфер общества, так и реализации различных программ социально-экономического развития, необходимо учитывать самые разноплановые аспекты специфики культуры, менталитета, национальной психологии. Общество является сложной системой, в которой все элементы находятся в сложной взаимосвязи. Политические и социально-экономические преобразования находятся в тесной взаимосвязи с культурно-историческими традициями. В современную эпоху данные традиции вступают в сложное взаимодействие с вестернизированной массовой культурой и находятся под ее сильным влиянием. Благодаря переходу общества в качественно новую, «информационную» эпоху, распространение массовой культуры и ее воздействие на различные слои молодежи усиливается, оказывая заметное влияние на мировоззрение, поведение и быт людей.

Отметим, что культурно-историческая память общества – это сложное, многоаспектное и многоплановое явление. Она транслируется из поколения в поколение и проявляется так или иначе в самых различных сферах жизни общества – экономике, политике, культуре, и во многом определяет идентичность человека, а также является важным интеграционным механизмом для любого общества, сплачивая людей вокруг общезначимых социальных идеалов и культурно-исторических событий. От того, как функционируют в обществе механизмы передачи культурно-исторической памяти и преемственности, во многом зависит его сплоченность и морально-нравственное здоровье. В большинстве современных государств лучшие традиции народной культуры, национального характера, уважение к собственной истории становятся основой воспитания молодежи и социализации личности, и при разработке политики в области культуры и образования их трансляция

является одной из приоритетных задач.

Самые различные аспекты изучения культурно-исторической памяти общества получили разработку в научной литературе [7; 8], а также других исследованиях. В ряде работ рассматривается взаимосвязь культурно-исторической памяти общества с его социальной безопасностью [4; 10]; данному вопросу посвящено фундаментальное исследование [3]. Если в научном сообществе активно обсуждаются и исследуются место и роль культурно-исторической памяти как интегратора общества, то значительной частью студенчества данная проблематика не осознается. Определенные слои студенческой молодежи находятся под сильным влиянием вестернизированной массовой культуры, формирующей индивидуалистическое мировоззрение и задающей восприятие ценностей и образа жизни стран Запада (прежде всего, США) как эталонное. Это ведет к отчуждению от отечественной культурно-исторической традиции и создает почву для ценностных расколов в обществе.

Естественно, что изучение подобных вопросов важно для формирования мировоззрения учащихся и воспитания их личности. Данная проблематика должна в той или иной степени подниматься в преподавании гуманитарных дисциплин: история, политология, философия, социология и др.

Студентам управленческих направлений подготовки важно объяснить, что воздействие на культурно-историческую память может активно использоваться в политической пропаганде и информационных войнах для создания у населения соответствующего представления о своем обществе, мобилизации людей на определенные политические действия. Особенно актуально это стало в индустриальную эпоху, когда значительно возросла роль народных масс в социальных процессах. В отличие от феодализма Средневековья, когда политические вопросы решались зачастую в узком кругу элиты, в эпоху Нового времени для поддержки тех или иных действий политиков стало необходимо одобрение общественного мнения. Феномен увеличения роли народа и активизация массовых политических движений изучался многими мыслителями; например, известный философ Х. Ортега-и-Гассет назвал его «восстанием масс» [6]. В индустриальную эпоху интенсивно идет процесс формирования национального самосознания, и активную роль в этом играют «массовая культура» и система образования. Во многих

государствах стали активно распространяться позитивные, привлекательные для населения модели и образы национальной истории. Отметим, что в силу своей специфики, именно история как учебный предмет начала активно использоваться для воспитания у граждан патриотизма и чувства национальной гордости.

В русской культуре XIX в. начинает активно пробуждаться интерес к национальной истории. Например, представители объединения композиторов «Могучая кучка», художники-передвижники («Товарищество передвижных художественных выставок») в своих произведениях раскрывали сюжеты русской истории.

По сравнению с предшествующими эпохами, в современном информационном обществе происходит значительное изменение механизмов передачи культурно-исторической памяти от поколения к поколению. В традиционном и индустриальном обществе человек гораздо отчетливее чувствовал взаимосвязь поколений, воспринимая себя продолжателем традиций своей семьи и социума. Это формировало чувство ответственности, социальной зрелости, нацеленности на создание семьи и продолжение рода, готовности к упорному труду и жизненным испытаниям. В настоящее время «массовая» культура унифицирует вкусы и запросы людей, нацеливает на удовлетворение сиюминутных потребностей. Широкий потребительский выбор и доступность жизненных благ становятся важнейшими целями жизни для определенных социальных групп. Это значительно снижает способность индивида к исторической рефлексии, т.к. его жизненные ценности и стереотипы поведения существенно отличаются от тех, что были у прошлых поколений. В литературе отмечается, что современное общество не успевает сформировать свое собственное отношение к прошлому, в результате чего «история начинает восприниматься как нагромождение разнородных событий, доступных бесконечному количеству толкований и потому не имеющее ценности, а культурное наследие воспринимается как нечто устаревшее и поэтому бесполезное и мешающее поступательному движению общества» [5, с.13]. Естественно, что это ослабляет у определенных слоев молодежи связь с культурно-исторической традицией и повышает их восприимчивость к усвоению вестернизированных моделей поведения и мировоззрения.

Такое явление, как вестернизация, в России XVIII-начала XX вв. охватывало преимущественно верхушку общества и образованные слои

населения. Проникновение западной культуры в среду российской элиты активно началось в эпоху Петра I, который для ее внедрения использовал принудительные методы. В этом плане петровские преобразования можно справедливо оценить как «революция сверху». Ориентация господствующего класса России на стиль жизни, моду и потребительские стандарты дворянства Западной Европы имела серьезные долгосрочные последствия.

Во-первых, произошел культурный раскол между дворянством и крестьянской массой, что усиливало их взаимное отчуждение, способствовало дезинтеграции общества. Это еще в XIX в. отмечали мыслители славянофильского направления. Показателен в этом плане пример А.С. Пушкина, который изначально в детстве говорил по-французски, и только няня Арина Родионовна научила его русскому языку. Такое явление не было единичным в дворянских семьях. Показателен и другой факт: во время Отечественной войны 1812 г. русские офицеры-дворяне имели привычку говорить между собой по-французски, из-за чего солдаты иногда принимали их за противника и открывали огонь.

Во-вторых, российские дворяне, ориентированные на потребительские стандарты аристократии Запада, для их достижения значительно усиливали эксплуатацию крепостных крестьян. В России из-за климатических условий и ряда других факторов сельскохозяйственный труд был менее производителен, чем в Европе, и, чтобы обеспечить возрастающие материальные запросы дворянина, крестьянин должен был еще больше работать на помещика. Апогей крепостного права пришелся на правление Елизаветы Петровны и Екатерины II, когда в дворянскую среду проник культ роскоши (напомним, что в Европе это был так называемый «галантный век», характеризующийся пышностью и дороговизной моды представителей господствующих сословий). У Елизаветы Петровны после смерти остался гардероб в несколько тысяч платьев. Высшее дворянство также стремилось в стремлении к роскоши подражать монарху, для чего приходилось увеличивать и без того тяжелые повинности крестьян.

Все это обостряло классовые противоречия между помещиками и крестьянской массой. Среди крестьян из поколения в поколение передавалось негативное отношение к дворянству. Отмена крепостного права не привела к разрешению этих противоречий. Тяжелые условия освобождения (выкупные платежи, передача части земель помещику

(отрезки), временнообязанное состояние и т.д.) вызывали многочисленные крестьянские восстания [1]. Среди крестьян распространялись слухи, что содержание манифеста об отмене крепостного права было подменено дворянами. Слишком тяжелы были условия освобождения, и не верилось, что их в документе подписал царь, которого они воспринимали как заступника от произвола помещика. В дальнейшем, в начале XX в., демографический взрыв в России и усиливающийся дефицит земли для крестьянских наделов привели к обострению этих классовых противоречий. Все это во многом стало причиной жесткого и непримиримого противостояния помещиков и крестьян в годы российских революций и Гражданской войны.

Дискуссии о путях развития страны, о специфике национальной культурно-исторической традиции и ее взаимодействии с проникающей западной культурной стали важным явлением в общественно-политической и литературной жизни России, начиная с XIX в. Знакомство с западной цивилизацией и стремление внедрить в России некоторые ее политические и социальные институты в той или иной степени двигало и российскими монархами (вспомним либеральные замыслы Александра I в начале его правления), и декабристами. После подавления восстания декабристов эти дискуссии уходят больше в сферу литературы, публицистики, философии. Возникло течение «западников», которые в качестве эталонного, магистрального пути исторического развития стали воспринимать западноевропейский. Достаточно ярко данная концепция проявляется у П.Я. Чаадаева в его «Философических письмах». Начинает усиливаться проникновение западных мировоззренческих ценностей в российскую социокультурную среду и их влияние в определенных социальных кругах, появляется тенденция оценивать российскую специфику с точки зрения соответствия идеализированному образу Запада. В долгосрочной перспективе это оказало достаточно сильное влияние на духовную культуру России, на образ мышления российской интеллигенции. В литературе отмечается, что многие страны «не возводят в политическую и культурную проблему результаты сравнения с цивилизацией Запада, не испытывают чувства неполноценности от имеющихся различий» [11, с. 189-190], но для политических и интеллектуальных кругов России такое сравнение присутствует; существует зависимость от внешней оценки [11, с. 189-190]. Как мы уже показали выше, такая тенденция ценностного раскола начала

формироваться с эпохи Петра I.

Естественно, что весь этот материал должен тщательно прорабатываться со студентами на занятиях по гуманитарным предметам, прежде всего, истории, философии, культурологии и т.д. Как показывает преподавательский опыт авторов данной работы, знания у студентов по данным вопросам достаточно поверхностные. Между тем, в настоящее время, в эпоху тотальной информационно-пропагандистской войны, которую Запад развязал против России, понимание и критический анализ западных стереотипов и мифологем (значительная часть которых навязывалась массовому сознанию со времен «перестройки») очень важно.

В настоящее время благодаря распространению «массовой» культуры вестернизация охватывает широкие слои населения, как в России, так и других странах. Это ведет к отрыву от национальной традиции, унификации образа жизни и потребительских стандартов, ослаблению культурно-исторической преемственности и делает индивида более податливым к политическим манипуляциям. Ориентация на уровень потребления жителей развитых стран повышает запросы индивида к уровню и качеству жизни, растут его требования к государству и обществу. Все это ставит перед политическими институтами государств новые задачи.

Значительная часть студенчества подвержена влиянию вестернизированных ценностей и так называемой «массовой» культуры. Оторванность определенных слоев молодежи от культурно-исторической памяти своего общества, распространение индивидуалистического мировоззрения и вестернизация молодежной субкультуры повышают ее уязвимость для антироссийской пропаганды и политических манипуляций. Все это делает очень значимым знакомство студентов с данной проблематикой.

Учащимся важно объяснить, что современная эпоха глобализации усиливает проникновение западных потребительских и культурно-правовых стандартов в другие регионы планеты. Это может создавать угрозу историко-культурной идентичности незападных сообществ, поскольку способствует оценке их исторической традиции и значимых культурно-исторических событий с западноцентристских, радикально либеральных позиций. Эти позиции включают в себя культ индивидуальных прав, противопоставление гражданина и государства и

т.д. В подобных политических взглядах национальные историко-культурные традиции незападных обществ, носящие сильный отпечаток традиционализма, зачастую представляется как несоответствующие либеральным ценностям и стандартам. Происходит противопоставление эгоистических, индивидуалистических ценностей и стандартов поведения традиционным, коллективистским. Это усугубляется дегуманизацией современной западной культуры, которую вестернизированное сознание воспринимает как эталонную. Смыслом жизни становится не труд и творчество (трудовая этика, сложившаяся на Западе в эпоху становления протестантизма, стремительно деградирует), а потребление ради потребления. Успешность жизни определяется не трудовыми достижениями и самореализацией в профессиональной и семейной сфере (что были фундаментальными основами индустриальной цивилизации, формируя как советскую, так и западную модели успешного человека), а уровнем доходов. Формируется индивид, у которого смысл жизни сводится к гедонизму и погоне за новыми ощущениями. Данная установка достаточно деструктивна, и проявляется, в частности, в кризисе семьи и распространении феномена чайлд-фри, а также иных явлениях и процессах. В обществе встает проблема социального инфантилизма [9], а среди поведенческих установок и жизненных ориентиров молодежи преобладает потребительское отношение к социуму. Благодаря современной массовой культуре подобные ценностные установки распространяются, к сожалению, среди широких слоев молодежи самых различных стран.

Все это представляет серьезную опасность для духовной культуры современных обществ. Как показывает преподавательский опыт авторов данной работы, значительная часть студентов (как гуманитарных, так и технических направлений подготовки) зачастую имеют о роли культурно-исторической памяти как важном факторе национальной безопасности весьма смутные и бессистемные представления. Кроме того, ряд исследователей отмечают сдвиг массового сознания российской молодежи в сторону усиления прагматического подхода в оценке общественных явлений и процессов, степень их соответствия или несоответствия личностным интересам и потребностям [10, с. 229].

В литературе отмечается, что историческая и культурная память является одним из факторов укрепления социального порядка, поскольку она скрепляет общество людей, определяя единые ценностные

основания их поведения, общения и интерпретации действительности, и для поддержания социокультурной устойчивости общества у молодого поколения необходимо формировать соответствующий уровень культурной грамотности и компетентности [12, с.161-162].

Отдельного аспекта в изучении со студентами (при чтении курсов истории и политологии) заслуживает изучение политико-идеологической ситуации эпохи «перестройки», когда в достаточно короткий срок значительной части населения страны были навязаны деструктивные убеждения, стереотипы и мифологемы. Информационная война по разрушению советской идентичности была многоуровневой и массированной. Для тематики нашего исследования она интересна тем, что народ искусственно отделяли от культурно-исторической памяти, а прошлое нашей страны очернялось.

Во 2-й пол. 1980-х гг. из СМИ на неподготовленное население обрушилась тотальная критика советской системы и коммунистической идеологии. Достижения СССР игнорировались либо преподносились в насмешливо-карикатурном духе; западные политические деятели изображались в идеализированном виде, как друзья, жаждущие помочь населению страны избавиться от «тоталитарного прошлого» и принять страну в «цивилизованный мир». Парадоксально или нет, но достаточно образованное население СССР оказалось достаточно восприимчиво к подобной антисоветской пропаганде (вся политическая ангажированность которой была очевидна даже при беглом анализе). Если в доперестроечные времена в СССР простой советский человек героизировался, создавался привлекательный образ героев Великой Отечественной, передовиков производства, был культ человека труда, то во 2-й пол. 1980-х гг. ситуация поменялась. В «перестроечной» пропаганде советские люди стали изображаться «винтиками системы», а сам период рисовался как сплошная череда репрессий и подавления свободомыслия, что создавало отторжение от национальной культурно-исторической традиции.

Это привело к распространению в обществе антипатриотических настроений, идеализации стран Запада (прежде всего, в плане уровня и качества жизни), отчуждению масс населения (в особенности молодежи и людей среднего возраста) от культурно-исторической традиции российской и советской цивилизации. В этих условиях начала нарастать дезинтеграция общества на политическом и духовном уровнях, что

привело к трагическим последствиям.

Естественно, что в общественно-политической мысли данного периода было и патриотическое направление. Так, широко известна статья Н.А. Андреевой «Не могу поступиться принципами», где автор показывала недопустимость одиозной критики советской системы. Ряд номенклатурных работников тут же навесили на эту статью ярлык «манифест антиперестроечных сил» и стали пресекать просоветские публикации. Сторонники тотальной критики советской системы не стремились к диалогу на равных с оппонентами (между тем, это один из основополагающих концептов демократии и гражданского общества), они их просто подавляли с помощью административного ресурса. Духовно-нравственный кризис позднесоветского общества, нацеленность части правящей элиты на слом советской системы и перераспределение собственности, непонимание частью общества опасности тотального очернения собственной истории и идеализации Запада привели к тому, что в общественно-политической мысли стало доминировать огульная критика сначала советской традиции, а потом и российской. Все это во многом усугубило системный кризис позднего СССР.

Всевозможные разоблачительные публикации по отечественной истории в 1990-е гг. оказали травмирующее воздействие на культурно-историческую память народов России и вызвали культурный шок [2]. В либеральной публицистике получила распространение мифологема «вхождения в мировую цивилизацию». Согласно этой концепции, российское общество, избавившись от тоталитарного прошлого (при этом СССР и коммунистическая идеология всячески демонизировались, а западные общества идеализировались), теперь на равных правах будет принято «цивилизованным» Западом. Экономические трудности данного периода объяснялись во многом недостатками советской плановой экономики предыдущего периода. Пропагандировались ценности индивидуализма, а коллективистские ценности советской эпохи всячески осмеивались. Но, кроме публицистики, подобные оценки вошли и в учебную литературу как школьного, так и вузовского курсов гуманитарных предметов. Надо ли говорить, что подобные концепции действовали на национальное самосознание крайне разрушающе?

К сожалению, как показывает преподавательский опыт авторов работы, описанные выше негативные стереотипы, ведущие к отчуждению от культурно-исторической памяти Отечества, в той или иной степени

проявляются в настоящее время у учащихся различных возрастных групп. И задача преподавателей – объяснять их ошибочность и обучать студентов комплексному анализу культурно-исторических и социально-политических процессов, вырабатывать уважительное отношение к культурно-исторической традиции многонационального российского народа.

На занятиях по истории будущим управленцам также важно объяснять вопросы влияния процессов «догоняющей» модернизации, которые были в Российской Империи, на специфику социальных институтов в различных сферах общества. Так, например, если в Западной Европе университеты начинают формироваться с XII-XIII вв., очень часто независимо от власти, обладая автономией, то в России высшее образование начинает формироваться при прямой поддержке и активном участии государства на несколько веков позже. Это, естественно, обусловило кардинальное отличие данного социального института в России, его гораздо большую, чем на Западе, связь с государством.

Ряд явлений, характерных культурно-исторической традиции Запада и оказавших огромное влияние на создавшийся там тип государства и общества, не были свойственны России. Так, например, в отечественной истории не было ярко выражено такого феномена, как борьба городов с сеньорами (можно ли считать изгнание новгородцами князя Всеволода Мстиславича и их дальнейшее развитие как феодальной республики с пресечениями попыток князей утвердиться в Новгороде подобным явлением – вопрос дискуссионный). Также в отличие от Европы, в силу географической удаленности и ориентации на культурные связи с Византией, Россия не получила систему римского права и не пользовалась ее достижениями. В дальнейшем в российской народной традиции доминировало скептическое отношение к праву как к инструменту реализации воли господствующих классов. Это нашло отражение как в пословицах и поговорках, так и трудах отдельных мыслителей. Например, Л.Н. Толстой достаточно скептически относился к праву как институту защиты интересов основной массы населения. Еще одним специфическим аспектом было отношение к монарху как гаранту справедливости, защитнику от произвола бояр, дворян и чиновничества; любопытно, что некоторые черты этого феномена были потом перенесены в массовом сознании на образы первых руководителей

Советского государства.

На подобных примерах можно объяснять учащимся культурно-историческую специфику российского общества и ее влияния на те или иные социальные институты.

Подводя итоги работы, отметим, что проблему влияния культурно-исторической памяти на социальную безопасность, интеграцию и устойчивость общества важно поднимать в лекционном материале по истории, философии, культурологии и ряду других гуманитарных дисциплин. Очень важно ее затрагивать при объяснении материала учащимся, чья будущая профессия предполагает активную общественную деятельность: будущих управленцев, педагогов, журналистов и т.д.

Культурно-историческая память общества является важным интеграционным механизмом, сплачивая людей вокруг общезначимых социальных идеалов и культурно-исторических событий. Воздействие на нее может активно использоваться в пропаганде и информационных войнах для создания у населения соответствующего представления о своем обществе, мобилизации масс на определенные политические действия. Оторванность определенных слоев современной молодежи от культурно-исторической памяти своего общества, распространение индивидуалистического мировоззрения и вестернизация молодежной субкультуры повышают ее уязвимость для антироссийской пропаганды и политических манипуляций. Все это делает очень значимым знакомство студентов с данной проблематикой.

Изучение данного материала со студентами требует от учащихся как интереса к социогуманитарным проблемам современности, так и определенного уровня начитанности, эрудиции и способности к рефлексии социально-политических событий. Здесь важен индивидуальный подход, поскольку у учащихся даже одной академической группы (не говоря уже о разных курсах и уровнях обучения) вышеперечисленные качества и компетенции могут существенно различаться. Важно широко применять интерактивные формы обучения, освещать данную проблематику на семинарских занятиях и коллоквиумах.

Список литературы:

1. Зайончковский П.А. Отмена крепостного права в России. М.: «Просвещение:», 1968. 368 с.
2. Копылова П. Трансляция культурной памяти как условие сохранения национального самосознания [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/77/435/1013.php> (дата обращения 10.01.2022)
3. Костина А.В., Макаревич Э.Ф., Карпухин О.И., Луков В.А. Культура как фактор национальной безопасности современной России: Значение и ролевая модель. М.: URSS, 2021. 328 с.
4. Культурная память в контексте формирования национальной идентичности России в XXI веке: Коллективная монография. М.: Совпадение, 2015. 168 с.
5. Музыченко М.Я., Кораблева Е.В. К проблеме бытия культурной памяти в условиях глобализации // Цивилизация - Общество - Человек. – 2018. –№ 6-7. – С. 12-14.
6. Ортега-и-Гассет Х. Восстание масс : [перевод с испанского]. М : АСТ, 2001. 509 с.
7. Первушина О.В. Культурная память: проблемное поле исследования // Ученые записки (Алтайская государственная академия культуры и искусств). 2019. – № 2 (20). – С. 34-39.
8. Сабанчиев Р.Ю. Культурная память как нарративный феномен (герменевтические аспекты) // Вопросы философии. – 2019. –№ 12. – С. 10-14.
9. Савицкая М.Т. Социальный инфантилизм как проблема российского общества // Вестник Российского философского общества. 2020. № 1-2 (91-92). С. 104-110.
10. Савруцкая Е.П, Устинкин С.В. Историческая память как фактор национальной безопасности // Власть. 2019. Т.27. № 6. С. 225-231
11. Скворцов И.П. Об основаниях культурно-цивилизационного самоопределения России // Актуальные вопросы социогуманитарного знания: история и современность. Межвузовский сборник научных трудов. Краснодар: Краснодарский университет МВД России, 2016. С. 185-190.
12. Филоненко В.И., Штомпель Л.А., Штомпель О.М., Понеделков А.В. Культурные аспекты исторической памяти российских студентов // Власть. 2016. Т. 24. № 9. С. 155-163.

© Москаленко М.Р. 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1	5
ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА МЕТОДА ОДНОВРЕМЕННОЙ РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОБЫЧИ И УСКОРЕННОЙ РАЗРАБОТКИ МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
Деряев А. Р.	
ГЛАВА 2	48
ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ	
Кикин И.С.	
ГЛАВА 3	88
ДИНАМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	
Кикин И.С.	
ГЛАВА 4	129
POST CLEARANCE CUSTOMS CONTROL IN THE RUSSIAN FEDERATION WITHIN THE EAEU	
Агарова А.В.,	
ГЛАВА 5	142
ПЛАНИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: УПРАВЛЕНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ, РАЗВИТИЕ	
Воронов А.А.,	
ГЛАВА 6	150
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕОРГАНИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	
Леонова О.С. Ветошкина Е.Ю.	

ГЛАВА 7	170
БИЗНЕС-ОРИЕНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ	
Нежельченко Е.В. Ясенюк С.Н.	
ГЛАВА 8	193
ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АРКТИКИ	
Сидоренко Т.Н. Халиф Л.Н.	
ГЛАВА 9	208
РАЗВИТИЕ АДАПТАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ К УСЛОВИЯМ БУДУЩЕЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, КАК ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Байдалина О.В.	
ГЛАВА 10	222
КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ И ЕЕ РОЛЬ В ИНТЕГРАЦИИ ОБЩЕСТВА: ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СО СТУДЕНТАМИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ	
Москаленко М.Р.,	

Научное издание

**ПОТЕНЦИАЛ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
В НОВЫХ
ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

МОНОГРАФИЯ

ВЫПУСК 73

В авторской редакции

Подписано в печать 20.02.2023 г. Формат 60x90/16.

Печать: цифровая. Гарнитура: Arial

Усл. печ. л. 13,90. Тираж 500. Заказ 1763.



Отпечатано в редакционно-издательском отделе
НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «АЭТЕРНА»

450076, г. Уфа, ул. Пушкина 120

<https://aeterna-ufa.ru>

info@aeterna-ufa.ru

+7 (347) 266 60 68