

Количественная оценка углеводородного загрязнения районов водосбора главных рек Витебского региона

С.А. Чепелов*, В.Е. Савенок**

*Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

**Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Учитывая высокие темпы развития промышленности и возрастающее действие потока техногенных веществ в окружающей среде, пристальное внимание стоит уделить вопросу оценки состояния водных объектов вблизи промышленных территорий. На объектах промышленного комплекса постоянно существует риск возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций, в том числе и риск переноса загрязняющих веществ в водные объекты. Поэтому борьба с углеводородным загрязнением природных и антропогенных экосистем является весьма актуальной.

Цель статьи – оценить возможные масштабы загрязнения нефтепродуктами промышленных территорий, являющихся районами водосбора главных рек Витебского региона.

Материал и методы. Материалом исследования послужили оценочные данные техногенной нагрузки на районы водосбора рек Западной Двина и Днепр на территории Витебской области. Применялся численный метод исследования для расчета площади загрязнения при авариях, связанных с выбросом нефтепродуктов.

Результаты и их обсуждение. Был проведен анализ современного состояния главных рек Витебского региона – Западной Двины и Днепра и их районов водосбора. Установлено, что потенциальным источником углеводородного загрязнения водных объектов является топливно-энергетический комплекс области (ТЭК). ТЭК области работает стопроцентно на привозном сырье – нефти, природном газе и угле.

Расчет масштабов возможного загрязнения при аварийном выбросе нефтепродуктов проводился выборочно по объектам крупных промышленных центров Витебского региона, при этом принимались во внимание в первую очередь близко расположенные водотоки, а также характер прилегающей местности. Анализ полученных расчетных результатов показывает, что наиболее опасными объектами с точки зрения загрязнения водных объектов нефтепродуктами в Витебском регионе являются Витебская ТЭЦ и ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). Остальные объекты наименее опасны с позиции риска загрязнения близлежащей акватории и, как свидетельствуют расчеты, недосягаемы для загрязнения нефтепродуктами.

Заключение. Предлагаемая расчетная программа может быть применена для прогностической оценки влияния потенциально опасных нефтесодержащих объектов на степень загрязнения районов водосбора рек, находящихся в зоне ответственности этих объектов.

Ключевые слова: водосбор, загрязнение, нефтепродукты, оценка, параметр, программа расчета, риск, территория.

Quantitative Assessment of Hydrocarbon Contamination of Drainage Areas of Major Rivers of Vitebsk Region

S.A. Chepelov*, V.E. Savenok**

*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

**Educational Establishment «Vitebsk State Technological University»

Close attention should be paid to the issue of assessing the status of water bodies near industrial areas, given the high rates of development of industry and increasing impact of the flow of anthropogenic substances in the environment. There is always the risk of accidents and emergencies at industrial complex, including the risk of pollutant transfer into water bodies. Therefore, the fight against hydrocarbon pollution of natural and anthropogenic ecosystems is very important.

The aim of this work is to evaluate the possible extent of oil pollution of industrial areas, which are drainage areas of major rivers of Vitebsk Region.

Material and methods. The material of the study was estimates of anthropogenic impact on the watershed of the Rivers of Western Dvina and the Dnieper on the territory of Vitebsk Region. Numerical research method was applied to calculate the area of contamination in case of accidents related to emission of petroleum products.

Findings and their discussion. The analysis of the current status of the major rivers of Vitebsk Region of the Western Dvina and Dnieper and their watershed was conducted. It is established that a potential source of hydrocarbon pollution is fuel and energy complex (FEC). FEC works wholly on imported raw materials – oil, natural gas and coal.

Calculation of the scale of possible pollution due to accidental release of petroleum products was conducted selectively on sites of large industrial centers of the Vitebsk region, considering in the first place that watercourses are located close, and the nature of the surrounding area. The analysis of obtained calculated results shows that the most dangerous objects, from the point of view of water pollution with oil products in the Vitebsk Region are the Vitebsk HES plant and JSC «Naftan» (Novopolotsk). Other companies are the least dangerous from position of risk of contamination of the surrounding waters, and, as calculations show, they are beyond the reach of oil pollution.

Conclusion. The proposed calculation program can be applied for the predictive assessment of the impact of potentially dangerous oil-containing companies on the degree of pollution of drainage areas of rivers, which are located in the area of responsibility of these companies.

Key words: watershed, pollution, oil products, estimation, parameter, calculation program, risk, area.

В Витебской области осуществляют хозяйственную деятельность 345 крупных и средних промышленных предприятий. Для промышленности региона характерна высокая степень концентрации производства: по три крупнейших предприятия выпускают 99,8% продукции в топливной промышленности, 98,9% – в химической и нефтехимической, 61,4% – в легкой промышленности, 64,2% – в промышленности строительных материалов. На четыре самых крупных промышленных центра: Витебск, Орша, Новополоцк, Полоцк – приходится около 70% продукции всей промышленности области [1].

Территорию области пересекают два магистральных нефтепровода – «Сургут–Новополоцк» и «Дружба». Одним из наиболее опасных предприятий с точки зрения риска загрязнения акваторий нефтью и нефтепродуктами является Новополоцкий нефтеперерабатывающий завод – ОАО «Нафтан» (проектная мощность 15 млн тонн переработки нефти в год). Потенциальный источник углеводородного загрязнения водных объектов – топливно-энергетический комплекс (ТЭК). ТЭК области работает стопроцентно на привозном сырье – нефти, природном газе и угле. Старейшей, построенной еще в довоенное время, является Полоцкая ТЭЦ, работавшая первоначально на торфе, теперь использующая мазут и все более широко применяющая природный газ. На таком же топливе работают Новополоцкая ТЭЦ и Лукомльская ГРЭС, относящиеся к крупнейшим в стране.

Отмечена повышенная концентрация предприятий химической промышленности в пределах всего одного промышленного узла – Полоцко-Новополоцкого: ОАО «Полимир», РУП «Новополоцкий завод белково-витаминных концентратов», ОАО «Полоцк-Стекловолокно». Наибольшую роль в современной химии органического синтеза играет углеводородное нефтегазовое сырье. Очень велики и расходы воды на промывку, охлаждение агрегатов, разбавление сточных промышленных вод. Особую опасность для окружающей среды представляют нефтепереработка и производство полимеров – химических волокон, пластмасс, стекловолокна, а также белково-витаминных концентратов [1].

Цель статьи – оценить возможные масштабы загрязнения нефтепродуктами промышленных территорий, являющихся районами водосбора главных рек Витебского региона.

Материал и методы. Наибольшую антропогенную нагрузку в пределах области испытывают участки реки Западная Двина ниже г. Новополоцка и г. Витебска. В воде Западной Двины в 68–98% случаев отмечалось повышенное содержание цинка, меди, железа общего и марганца. Превышения ПДК по азоту аммонийному и нитритному составили соответственно 36 и 11%, по БПК₅ и нефтепродуктам – 4–5%. На протяжении ряда лет сохраняется проблема «аммонийного» загрязнения водных объектов в районе крупных промышленных центров – городов Полоцка, Новополоцка и Верхнедвинска. Грунтовые воды несут следы загрязнения, обусловленного внесением в почву как минеральных, так и органических удобрений. В районах размещения крупных животноводческих комплексов формируются очаги загрязнения грунтовых вод соединениями азота и фосфора. В подземных водах, отбираемых для централизованного водоснабжения ряда городских населенных пунктов, отмечается повышенное содержание железа, г. Новополоцка – аммиака [2].

При проведении исследования применялась программа, предназначенная для расчета площади загрязнения при авариях, связанных с выбросом нефтепродуктов [3]. В качестве исходных данных в программе использовались:

- координаты места аварии и координаты места стока;
- величина подучастков, на которые был разделен оцениваемый район;
- параметры загрязнителя и уточняющие коэффициенты.

Для расчета координат места аварии и координат места стока в водоем применялась формула

$$L = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad (1)$$

где $x_{1,2}$ и $y_{1,2}$ – координаты места аварии и стока.

Величина подучастков, на которые программа будет разбивать расстояние от места аварии до места стока, определялась как:

$$n = \frac{L}{l}, \quad (2)$$

где l – величина подучастков.

Для установления уклона поверхности по карте определялись высоты подучастков. Уклон поверхности рассчитывался как:

$$\alpha = \frac{h}{l}, \quad (3)$$

где h – высота данного участка; l – протяженность участка.

В качестве параметров загрязнителя использовались:

– *толщина пятна* пролившегося загрязнителя (ее пределы составляют от 0,01 до 0,001 метра);

– *плотность загрязнителя* (пределы плотности от 500 до 1000 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$);

– *масса пролившегося загрязнителя* на момент аварии (задается в килограммах).

В используемой нами вычислительной программе были заданы четыре уточняющих коэффициента. В зависимости от «*Коэффициента времени*» вычисляется количество оставшегося на данный момент загрязняющего вещества по формуле

$$M = t \cdot M_0, \quad (4)$$

где M – масса оставшегося на данный момент загрязняющего вещества; t – коэффициент времени; M_0 – первоначальная масса загрязняющего вещества.

«*Коэффициент массы пятна в буферной зоне*» показывает, какое количество загрязняющего вещества, находящегося в данный момент в зоне загрязнения, переходит в буферную зону:

$$M_b = m \cdot M, \quad (5)$$

где M_b – количество загрязняющего вещества, переходящего в буферную зону; m – коэффициент массы пятна в буферной зоне.

«*Коэффициент толщины пятна в буферной зоне*» используется для вычисления толщины пятна загрязняющего вещества в буферной зоне по формуле

$$T = k_t \cdot T_0, \quad (6)$$

где T – толщина пятна в буферной зоне; k_t – коэффициент толщины пятна в буферной зоне; T_0 – толщина пятна в зоне загрязнения.

«*Коэффициент уклона*» применяется для вычисления функции уклона, которая вычисляется по формуле

$$l = 1 + k_y \cdot \langle \alpha \rangle, \quad (7)$$

где l – функция уклона; k_y – коэффициент уклона; $\langle \alpha \rangle$ – среднее значение уклона.

После подстановки всех исходных данных в программу производится расчет. В графах программы «Результаты» выводятся полученные результаты: расстояние до места стока, количество подучастков, площадь загрязненного участка, условный радиус загрязненного участка, площадь буферной зоны загрязненного участка, условный радиус буферной зоны, длина большой полуоси эллипса загрязненного участка, длина малой полуоси эллипса загрязненного участка.

Площадь загрязненного участка рассчитывается по формуле

$$S = \frac{M^{\frac{2}{3}}}{\delta \cdot \rho}, \quad (8)$$

где M – это масса пролившегося загрязнителя; δ – толщина пятна пролившегося загрязнителя; ρ – плотность пролившегося загрязнителя.

Условный радиус загрязненного участка – это радиус окружности, площадь которой равна площади эллипса пятна разлитого загрязняющего вещества:

$$r = \left(\frac{S}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

где S – это площадь загрязненного участка.

Площадь буферной зоны загрязненного участка вычисляется по формуле:

$$S_b = \frac{M_b^{\frac{2}{3}}}{\delta_b \cdot \rho_b}, \quad (10)$$

где M_b – это масса загрязненного вещества, перешедшая из зоны загрязнения в буферную зону; δ_b – толщина пятна загрязнителя в буферной зоне; ρ_b – плотность загрязнителя в буферной зоне (равна плотности загрязнителя в зоне загрязнения).

Условный радиус буферной зоны – это радиус окружности по площади, равной площади эллипса, образованного загрязняющим веществом в буферной и основной зоне загрязнения:

$$r_b = \left(\frac{S_b}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (11)$$

где S – площадь зоны загрязнения; S_b – площадь буферной зоны.

Длина большой полуоси эллипса загрязненного участка

$$a = r \cdot l, \quad (12)$$

где r – это условный радиус загрязненного участка; l – функция уклона.

Длина малой полуоси эллипса загрязненного участка

$$b = \frac{r}{l} \quad a = r \cdot l, \quad (12)$$

где r – это условный радиус загрязненного участка; l – функция уклона.

Результаты и их обсуждение. Был проведен анализ современного состояния главных рек Витебского региона – Западной Двины и Днепра и их районов водосбора.

Река Западная Двина – вторая по водности река Беларуси, уступает лишь Днепру. Протяженность Западной Двины 1080 км. На территорию Витебской области приходится ее среднее течение – 337 км, включая пограничный с Латвией участок длиной 12 км. В пределах Витебской области река имеет следующие характеристики: средний уклон водной поверхности 0,18%, коэффициент извилистости 1,95 [4]. Река течет по хорошо выраженной, глубоко врезанной в коренные и четвертичные породы долине, местами с обнажениями песчаников, глин и доломитов. Пойма слабо выражена [5]. Водосбор Западной Двины составляет 33100 км² (при общей площади 87900 км²), из них 32300 км² приходится на Витебскую область, что соответствует 36,7% от общего водосбора. Водосбор реки вытнут с запада на восток. Наибольшая длина от истоков до границы с Латвией 668 км, средняя ширина 140 км. Рельеф грядово-холмистый. Средняя высота водосбора над уровнем моря 156 м. На 1 км² водосборной площади приходится 0,57 км речной сети, озерность водосбора 3%. Долина реки от границы с Россией до впадения р. Шевинки и местами ниже впадения р. Шевинки V-образная, между деревнями Тюльки и Якубинки (Полоцкий район) неясно выраженная, на остальном протяжении трапециевидная, преобладающая ширина – 1–1,5 км, наибольшая – 2,5 км, наименьшая – около 0,3 км. Склоны до устья р. Шевинки и в местах V-образной долины чаще крутые и очень крутые, с наличием оползней и осыпей, высотой до 40 м, ниже – пологие, высотой 10–15 м, умеренно рассеченные. Пойма двусторонняя, высокая, чередующаяся по берегам, в 0,5 км выше села Лучно отсутствует. Преобладающая ширина 300–500 м, наибольшая – 2,5–3 км. Русло не мандрирующее, с побочным типом процесса, слабо разветвленное. По длине реки насчитывается более 100 довольно устойчивых перекатов и порогов. Нормирующая глубина для большинства перекатов и порогов порядка 0,6 м. Преобладающая ширина реки в пределах Витебской области 100–150 м, наибольшая – 700 м (с учетом острова) у г.п. Друи. Глубины изменяются от 0,2 м на перекатах до 6,5 м на отдельных плевсах, скорости течения, соответственно, от 2 до 0,3 м/с. Дно песчано-каменистое и песчаное, реже каменистое или песчано-галечное [4].

Река Днепр – вторая по величине река Восточной Европы и первая в Беларуси. На территорию Витебской области припадает всего 96 км ее длины, а на Беларусь – 684 км. Падение реки в пределах Витебщины 7,1 м (общее – 141,5 м). Средний уклон водной поверхности 0,08%, коэффициент извилистости 2,09. На территории республики Днепр получает 61% своего общего стока. Водосбор Днепра в пределах Витебщины составляет более 2,2 тыс. км² (5% территории области), или 0,6% от общего водосбора. На 1 км² водосборной площади приходится 0,25 км речной сети, озерность незначительная. Характеристика Днепра для Витебского региона: средний уклон водной поверхности реки равен 0,12%; долина трапециевидная и корытообразная, шириной от 1 до 10 км; склоны умеренно крутые, местами как обрывистые, так и пологие, имеют до 4–5 террас, высота уступов 12–13 м. Русло с побочным типом процесса слабо извилистое, шириной 60–120 м, местами, между с. Гатьковщина и г. Орша, расширяется до 1,3 км. Отличается плавными излучинами и сравнительно длинными прямолинейными участками с множеством перекатов и порожистых участков. Изредка встречаются небольшие затопляемые песчаные острова длиной 15–170 м, шириной 7–80 м. Глубина 2–4 м, на перекатах порядка 1 м, наибольшая 7–8 м. Скорость течения изменяется в пределах от 0,2 до 1,3 м/с, преобладающая 0,4–0,5 м/с. Дно ровное, на большем протяжении песчаное и песчано-гравелистое. Берега преимущественно крутые, высотой 2–10 м, иногда понижаются до 0,5–1 м, заросшие кустарником, реже открытые, на излучинах обрушающиеся, сложены супесями, валунами и безвалунными суглинками [4].

Таблица

Результаты расчетов										
№	Координаты места аварии	Расстояние до места стока, м	Вид (плотность, кг/м ³) нефтепродукта	Масса проливаемого загрязнителя, кг	Площадь загрязненного участка, м ²	Условный радиус загрязненного участка, м	Площадь буферной зоны загрязненного участка, м ²	Условный радиус буферной зоны загрязненного участка, м	Длина большой полуоси эллипса загрязненного участка, м	Длина большой полуоси эллипса буферной зоны загрязненного участка, м
1.	г. Витебск (Витебская ТЭЦ) 55°10'10.45"С 30°08'24.76"В	105	Мазут (910)	5000	37,80	3,46	252,01	9,60	36,78	101,86
				10000	60,00	4,37	400,05	12,10	46,35	128,34
				50000	175,46	7,47	1169,75	20,69	79,26	219,46
				100000	278,53	9,41	1856,87	26,07	99,86	276,50
				1200000	314,52	10,00	2096,85	27,70	106,12	293,83
2.	г. Витебск (Витебская нефтебаза) 55°09'09.25"С 30°09'16.25"В	1790	Бензин (760)	10000	122,14	6,23	135,71	9,05	8,35	12,14
				50000	357,16	10,66	396,84	15,49	14,28	20,76
				100000	566,95	13,43	629,95	19,51	18,00	26,15
				1000000	2631,57	28,94	1684,73	37,06	39,80	50,97
				10000000	56695,65	134,33	36296,59	172,04	184,74	236,59
				10000	78,00	4,98	86,67	7,24	6,67	9,70
				50000	228,10	8,52	253,44	12,38	11,41	16,59
				1000000	362,08	10,73	402,32	15,59	14,28	20,90
				100000000	36208,98	107,35	23181,02	137,49	147,63	189,08
				10000	47,85	3,90	53,16	5,67	5,23	7,59
3.	г. Орша (Оршанская нефтебаза) 54°28'53.80"С 30°23'05.17"В	760	Бензин (760)	50000	139,91	6,67	155,46	9,69	8,94	12,99
				1000000	222,10	8,40	246,78	12,21	11,26	16,37
				100000000	22210,67	84,08	14219,28	107,68	115,62	148,08
				10000	122,14	6,23	135,71	9,05	13,96	20,28
				50000	357,16	10,66	396,84	15,49	30,07	34,68
				1000000	566,95	13,43	629,95	19,51	30,07	34,68
				100000000	56695,65	134,33	36296,59	172,04	302,44	387,34
				10000	78,00	4,98	86,67	7,24	11,15	16,21
				50000	228,10	8,52	253,44	12,38	19,07	27,72
				1000000	362,08	10,73	402,32	15,59	24,03	34,92
100000000	36208,98	107,35	23181,02	137,49	241,70	309,55				

Окнание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Нефть (970)	10000	47,85	3,90	53,16	5,67	8,73	12,69
				50000	139,91	6,67	155,46	9,69	14,94	21,71
				1000000	222,10	8,40	246,78	12,21	18,82	27,35
				1000000000	22210,67	84,08	14219,28	107,68	169,15	216,63
4.	г. Орша (Оршанская ТЭЦ)	440	Мазут (910)	10000	60,00	4,37	38,41	5,59	11,58	14,84
	54°28'49,27"С 30°23'22,59"В			1000000	278,53	9,41	178,31	12,05	24,96	31,97
				1000000000	1292,82	20,28	827,66	25,98	53,79	68,89
				10000000000	27853,06	94,15	17831,55	120,58	249,69	319,78
5.	г. Полоцк (Полоцкая ТЭЦ)	240	Мазут (910)	10000	60,00	4,37	14,36	4,86	11,18	12,44
	55°29'38,21"С 28°46'53,45"В			1000000	278,53	9,41	66,67	10,48	24,08	26,81
				1000000000	1292,82	20,28	309,47	22,58	51,89	57,77
				10000000000	6000,76	43,70	1436,47	48,65	111,81	124,47
6.	г. Новополоцк (ОАО «Нафтан»)	360	Бензин (760)	10000	122,14	6,23	362,96	12,42	15,97	31,83
	55°30'14,67"С 28°33'11,53"В			50000	357,16	10,66	228,65	13,65	27,31	34,98
				1000000	566,95	13,43	362,96	17,20	34,41	44,08
				100000000	2631,57	28,94	1684,73	37,06	74,15	94,96
				10000000000	56695,65	434,33	56296,59	172,04	344,18	440,80
			Дизельное топливо (850)	10000	78,00	4,98	49,94	6,38	12,76	16,35
				50000	228,10	8,52	146,03	10,91	21,83	27,95
				1000000	362,08	10,73	231,81	13,74	27,50	35,22
				100000000	1680,67	23,12	1075,96	29,62	59,29	75,89
				10000000000	36208,98	107,35	23181,02	137,49	275,05	352,26
			Нефть (970)	10000	47,85	3,90	30,63	4,99	9,99	12,80
				50000	139,91	6,67	89,57	8,54	17,09	21,89
				1000000	222,10	8,40	142,19	10,76	21,54	27,58
				100000000	1030,92	18,11	660,00	23,19	46,41	59,44
				10000000000	22210,67	84,08	14219,28	107,68	215,42	275,89

Расчет масштабов возможного загрязнения при аварийном выбросе нефтепродуктов проводился выборочно по объектам крупных промышленных центров Витебского региона. Получены показатели в зависимости от вида нефтепродукта (его плотности) и массы загрязнителя. Результаты представлены в табл.

Анализ полученных данных показывает, что при возможном аварийном выбросе нефтепродуктов из объектов, по которым проводились расчеты с учетом кратчайшего расстояния до водотока и крутизны склона, наиболее опасными с точки зрения загрязнения на близлежащую акваторию являются Витебская ТЭЦ (мазутохранилище) и ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). В первом случае загрязнение реки Западная Двина произойдет при выбросе мазута массой более 5 тонн. Во втором случае загрязнение реки также возможно при выбросе нефтепродукта невысокой плотности, но так как при этом его масса должна быть равна около 100 тыс. тонн, что имеет малую долю вероятности выброса с учетом системы безопасности предприятия и рассредоточенности источников загрязнения, то этот вариант не представляет серьезной опасности с точки зрения экологического риска. Остальные объекты наименее опасны с точки зрения загрязнения близлежащей акватории и, как показывают расчеты, недостижимы для загрязнения нефтепродуктами.

Заключение. По результатам исследований было установлено, что техногенная нагрузка на районы водосбора рек Витебского региона является очень высокой. Анализ полученных расчетных результатов показывает, что наиболее опасными объектами с точки зрения загрязнения водных объектов нефтепродуктами в Витебском регионе являются Витебская ТЭЦ и ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). Исползованная в наших исследованиях расчетная программа может быть применена для прогностической оценки влияния любых потенциально опасных нефтесодержащих объектов на степень загрязнения как районов водосбора, так и самих рек, находящихся в зоне ответственности этих объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строчко, О.Д. География межотраслевых промышленных комплексов Витебской области: учеб. пособие / О.Д. Строчко. – Витебск: ВГУ, 2005. – 98 с.
2. Стратегия устойчивого развития Витебской области на 2016–2025 годы. – Витебск, 2015. – 123 с.
3. Оразбаев, Б.Б. Гидродинамические модели для расчета растекания нефти и нефтепродуктов / Б.Б. Оразбаев, А.К. Кенжегалиев, С.Н. Гайсина // Нефть и газ. – № 4. – 2007. – С. 98–108.
4. Пилецкий, И.В. География Витебской области / И.В. Пилецкий. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2001. – 163 с.
5. Западная Двина – Даугава. Река и время / Л.С. Аносова [и др.]; под общ. ред. В.Ф. Логинова, Г.Я. Сегала. – Минск: Беларус. наука, 2006. – 270 с.

REFERENCES

1. Strochko O.D. *Geografiya mezhotraslevykh promyshlennikh kompleksov Vitebskoi oblasti: ucheb. posobiye* [Geography of Interbranch Industrial Complexes of Vitebsk Region. Manual], Vitebsk, VGU, 2005, 98 p.
2. *Strategiya ustoychivogo razvitiya Vitebskoi oblasti na 2016–2025 godi* [Strategy of Sustainable Development of Vitebsk Region for the Years of 2016–2025], Vitebsk, 2015, 123 p.
3. Orazbayev B.B., Kenzhagaliyev A.K., Gaisina S.N. *Nauchno-tehnicheski zhurnal «Neft i gaz»* [Scientific and Technological Journal «Oil and Gas», 2007, 4, pp. 98–108.
4. Piletskiy I.V. *Geografiya Vitebskoi oblasti* [Geography of Vitebsk Region], Vitebsk, VGU im. P.M. Masherova, 2001, 163 p.
5. Anosova L.S. *Zapadnaya Dvina – Daugava. Reka i vremia* [The Western Dvina – the Daugava. The River and the Time], Minsk, Belarus. Nauka, 2006, 270 p.

Поступила в редакцию 13.01.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: staschepelov92@rambler.ru – Чепелов С.А.