

ВЛИЯНИЕ ACER NEGUNDO НА ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В ДОЛИНЕ РЕКИ ПИНА

INFLUENCE OF ACER NEGUNDO ON THE FLORAL COMPOSITION OF THE LIVING GROUND COVER OF FOREST COMMUNITIES IN THE PINA RIVER VALLEY

М. Н. Яхновец^{1,2}, Л. М. Мерзвинский³

M. N. Yakhnovets^{1,2}, L. M. Merzhvinski³

¹Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь
maksim.yakhnovets@gmail.com

²Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь
maksim.yakhnovets@gmail.com

³Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
leonardm@tut.by

¹International State Ecological Institute named after A. D. Sakharov of Belarusian State University, Minsk;

²Polessky State University, Pinsk, Republic of Belarus

³Vitebsk State University named after P. M. Masherov, Vitebsk, Republic of Belarus

Клен ясенелистный является законодательно признанным древесным инвазионным интродуцентом. В данной работе с помощью кластерного анализа и индекса Шеннона выявлена зависимость видового состава живого напочвенного покрова от проективного покрытия клена ясенелистного. Сделан вывод, что клен ясенелистный обладает аллелопатическими свойствами в отношении растущих вблизи него растений, воздействуя на них через фитогенное поле, тем самым трансформируя флористический состав живого напочвенного покрова долинно-речных лесов. Это говорит о необходимости принятия мер по ограничению численности и распространения данного вида в приречных лесных фитоценозах.

The ash-leaved maple is a legally recognized arboreal invasive introducent. In this work, using cluster analysis and Shannon index, we revealed the dependence of the species composition of the living ground cover on the projective cover of the ash-leaved maple. It is concluded that the ash-leaved maple has allelopathic properties in relation to plants growing near it, influencing them through a phytogenic field, thereby transforming the floristic composition of the living ground cover of valley-river forests. This indicates the need to take measures to limit the abundance and distribution of this species in riverine forest phytocenoses.

Ключевые слова: клен ясенелистный, постоянная пробная площадь, обилие по Друде, кластерный анализ, индекс Шеннона.

Keywords: ash-leaved maple, constant sample area, Drude abundance, cluster analysis, Shannon index.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-103-108>

Введение. Актуальность исследований клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) обусловлена необходимостью изучения биологии инвазионных видов растений. Инвазия, или массовое распространение отдельных чужеродных видов растений в экосистемах – это одна из глобальных экологических проблем современности. Клен ясенелистный законодательно признан в РБ видом, запрещенным к интродукции и (или) акклиматизации (в соответствии с Постановлением Минприроды РБ № 35 от 28.10.2016 г. и Постановлением Совета Министров РБ № 1002 от 07.12.2016 г.). *A. negundo* является одним из активно распространяющихся древесных интродуцентов. Это листопадное дерево семейства *Sapindaceae*, которое происходит из Северной Америки. Вид появился в Беларуси в XIX веке, стал активно использоваться в культуре. Во второй половине XX века начал активно дичать и проявлять признаки инвазии. На данный момент *A. negundo* часто встречается по всей территории Беларуси. В Государственном кадастре растительного мира учтено 4271 место его произрастания на общей площади 351 га. Вид относится к быстрорастущим деревьям, активно распространяется спонтанно через самосев. В Беларуси *A. negundo* в особенности натурализовался в полуестественные лесные и опушечные сообщества. Наибольшую угрозу представляет для прибрежно-водных и пойменных естественных растительных сообществ [1]. Растение обладает сильными аллелопатическими свойствами, характеризуется значительной силой воздействия на окружающие растения через фитогенное поле и высокими темпами накопления фитомассы за один вегетационный сезон. Целью данного исследования является определение эффекта распространения клена ясенелистного в долинно-речных лесах на основе оценки состояния флористического состава живого напочвенного покрова сообществ. Исследования клена ясенелистного вносят вклад в разрешение вопроса инвазии этого вида

и пополняют знания в данной области как относительно клена, так относительно других видов и инвазионной биологии в целом.

Материалы и методы.

Метод ППП. Создание ППП (постоянных пробных площадей) с последующим проведением на них длительных комплексных исследований – хорошо известный и надежный метод наблюдений, который позволяет получить разностороннюю достоверную информацию [2]. Для исследования инвазии клена ясенелистного были заложены ППП, которые подбирались в лесных приречных фитоценозах в долине реки Пины в пригороде г. Пинска Брестской области. Были выбраны прямоугольные площадки (15 x 27 м) площадью около 400 . Границы площадок привязывались к определенным ориентирам – дорожкам, деревьям, группам деревьев, которые помечались разноцветными нитками. Границы площадок привязывались к сторонам света с помощью буссоли. Для этого использовались кольшки с намотанными на них нитками, которые устанавливались возле ориентиров. С помощью кольшек и буссоли можно определить точные границы площадки. Измерения границ площадок производились при помощи длинной рулетки.

Флористический метод. Это метод определения видового состава растительности. Для определения видов использовались определители растений, временные гербарии и фотоматериалы.

Лесотаксационные методы. Это методы описания лесных сообществ. В данной работе использовались следующие лесотаксационные методы: сплошной пересчет деревьев и определение таксационных показателей сообществ (возраст, бонитет, полнота). В целях определения таксационных показателей пробных сообществ использовались высотомер, возрастной бурав, лесотаксационные таблицы.

Метод определения обилия видов по Друде. Это геоботанический метод, который используется для изучения проективного покрытия. Проективное покрытие – процент площади, занятой проекциями надземных частей растений (за вычетом просветов между листьями и ветвями) к общей площади, на которой оно определяется. В данной работе использовалась 6-балльная шкала Друде, описанная Л. Г. Раменским. Обилие видов по Друде является частью определения косвенного влияния фитогенного поля растений.

Для ландшафтного наглядного описания растительности достаточно различения немногих широких категорий обилия, легко схватываемых на глаз. Обозначая эти категории условными баллами, отметками Друде и градациями проективного обилия, получаем следующую шкалу:

Балл 6: по Друде – сос., проективное обилие и выше, не менее 25% площади учета. Растение занимает большую часть площади и безраздельно господствует, образуя фон, в который вкраплены все прочие виды группировки.

Балл 5: по Друде – высшие степени сор., проективное обилие , около 10 – 25 % площади. Входят в группу 2–5 растений, образующих фон и слагающих основную массу растительного покрова.

Балл 4: по Друде – низшие степени сор., проективное обилие с, около 3–7 % площади. Встречается в виде нескольких (большой частью немногих) растений, образующих массовую примесь к фоновым, заметную как по площади проекции, так обычно и по весу (около 1–5 % общего веса урожая).

Балл 3: по Друде – ср., проективное обилие п, около 0,5–2 % площади. Встречается в виде нескольких, часто многих видов, густо расположенных, растущих на каждом клочке территории, но во то же время составляющих ничтожно малую часть урожая (<1 %) и с низким проективным обилием (не выше 1–2 %).

Балл 2: по Друде – сол., проективное обилие р, менее 0,2 %, единично вкраплены в фон растительности там и тут.

Балл 1: по Друде – г и s, редкие растения – одно или несколько на обширную площадь.

Согласно А.А. Уранова, оценки обилий по Друде у разных наблюдателей отличаются несильно [3].

Статистический метод. К статистическим методам, примененным в данном исследовании, относятся кластерный анализ и индекс Шеннона.

Кластерный анализ (от англ. cluster analysis) – многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы. Кластерный анализ производился в программе Statistica 6.0.

Индекс разнообразия – безразмерный показатель, применяемый в биологии для определения степени равномерности распределения признаков объектов выборки. Индекс разнообразия имеет смысл использовать исключительно для оценки инвентаризационного разнообразия, то есть разнообразия внутри объекта. Первой мерой разнообразия, использованной в биологии, был индекс Шеннона [4]. Величина индекса Шеннона в среднем колеблется от 1,5 до 3,5 и очень редко превышает 4,5.

Результаты и их обсуждение. Для исследования в долинно-речных лесных сообществах было заложено 5 ППП. Площадки были подобраны с разной долей участия клена ясенелистного в них. На ППП №1 содержится максимальное количество особей клена ясенелистного. ППП №3 характеризует отсутствие взрослых особей данного вида. *A. negundo* представлен здесь ювенильными особями, что говорит о последующей инвазии клена также и в этом фитоценозе. Кроме этого, были заложены 3 ППП, которые по содержанию на них клена можно назвать промежуточными. Если рассматривать их в порядке убывания по количеству особей *A. negundo*, то получится следующий ряд: ППП №2, ППП №4, ППП №5.

Сравнительная характеристика пробных сообществ представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика ППП

Показатель	ППП № 1	ППП № 2	ППП № 3	ППП № 4	ППП № 5	Все ППП
Почвы	аллювиальные (пойменные) торфяно-болотные					
Урочища и фации	однотипные					
Ассоциация	ивняк ежевичный (<i>Salix alba</i> + <i>Rubus caesius</i>)					
Состав древостоя (по количеству)	9К 1И	8К 2И	10И	5К 5И	6К 4И	6К 4И
Состав древостоя (по запасу)	8И 2К	8И 2К	10И	9И 1К	10И+К	9И 1К
Средний возраст ивы белой	28	27	12	12	38	23
Средний возраст клена ясенелистного	4	5	—	5	3	4
Полнота	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Бонитет	IV	IV	II	III	IV	III

Для сравнения пробных сообществ на предмет влияния *A. negundo* на живой напочвенный покров определялись растения, входящие в его состав. Количество видов живого напочвенного покрова по площадкам представлено на рисунке 1.

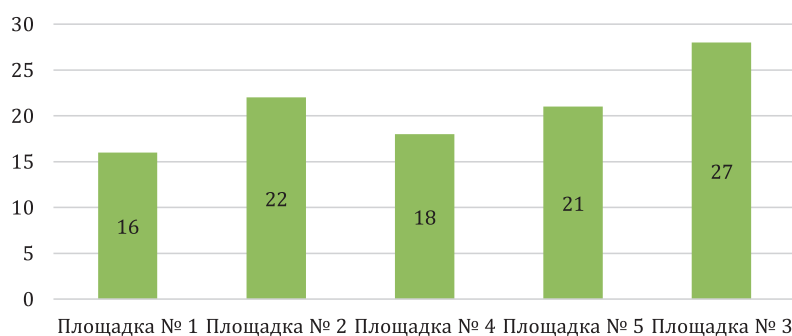


Рисунок 1 – Количество видов растений живого напочвенного покрова по площадкам, шт.

По рисунку 1 видно, что ППП №1 с наибольшей концентрацией клена ясенелистного имеет наименьшее количество видов растений в живом напочвенном покрове, тогда как максимальное их количество содержится на площадке с отсутствием взрослых особей *A. negundo* – на ППП №3.

Флористический состав живого напочвенного покрова оценивался с помощью метода обилия видов по Друде. При исследовании было выявлено 46 видов живого напочвенного покрова. В таблице 2 представлен перечень растений живого напочвенного покрова и оценка обилия каждого вида по данной шкале.

Таблица 2

Обилие видов по Друде

№ п/п	Вид	Количество ППП, где встречается вид	ППП № 1	ППП № 2	ППП № 3	ППП № 4	ППП № 5
1	<i>Rubus caesius</i>	5	6	6	6	6	6
2	<i>Urtica dioica</i>	5	6	5	2	6	2
3	<i>Calystegia sepium</i>	5	4	2	5	3	3
4	<i>Carex acutiformis</i>	5	2	6	6	5	3
5	<i>Acer negundo</i> (ювен.)	5	2	2	2	2	2
6	<i>Lysimachia vulgaris</i>	5	2	1	2	2	2
7	<i>Phragmites australis</i>	4	4	—	5	5	4
8	<i>Galium aparine</i>	4	3	2	2	2	—
9	<i>Impatiens noli-tangere</i>	4	2	2	—	2	6
10	<i>Calamagrostis cf. canescens</i>	4	—	2	2	2	3
11	<i>Glechoma hederacea</i>	3	2	3	—	—	3
12	<i>Vicia cracca</i>	3	—	2	1	—	2

№ п/п	Вид	Количество ППП, где встречается вид	ППП № 1	ППП № 2	ППП № 3	ППП № 4	ППП № 5
13	<i>Humulus lupulus</i>	3	—	2	—	2	2
14	<i>Epipactis palustris</i>	3	1	1	—	—	1
15	<i>Stachys palustris</i>	3	—	1	1	2	—
16	<i>Lysimachia nummularia</i>	2	4	3	—	—	—
17	<i>Geranium robertianum</i>	2	2	2	—	—	—
18	<i>Equisetum arvense</i>	2	—	—	2	—	2
19	<i>Scutellaria galericulata</i>	2	—	—	1	2	—
20	<i>Chamaenerion angustifolium</i>	2	—	—	—	2	—
21	<i>Symphytum officinale</i>	2	—	—	2	2	—
22	<i>Filipendula denudata</i>	2	—	—	2	—	2
23	<i>Eupatorium cannabinum</i>	2	—	—	2	—	2
24	<i>Trifolium repens</i>	2	2	2	—	—	—
25	<i>Galeopsis tetrahit</i>	2	—	1	1	—	—
26	<i>Ribes nigrum</i>	2	—	2	2	—	—
27	<i>Cornus sanguinea</i>	2	—	—	2	—	1
28	<i>Moehringia cf. trinervia</i>	2	—	—	—	2	1
29	<i>Agrostis gigantea</i>	1	—	—	—	—	2
30	<i>Echinocystis lobata</i>	1	2	—	—	—	—
31	<i>Scirpus sylvaticus</i>	1	—	—	—	—	1
32	<i>Stellaria nemorum</i>	1	1	—	—	—	—
33	<i>Silene cf. baccifera</i>	1	—	1	—	—	—
34	<i>Deschampsia cespitosa</i>	1	—	2	—	—	—
35	<i>Veronica longifolia</i>	1	—	1	—	—	—
36	<i>Lythrum salicaria</i>	1	—	—	1	—	—
37	<i>Galium palustre</i>	1	—	—	—	2	—
38	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	1	—	—	—	2	—
39	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	1	—	—	1	—	—
40	<i>Lathyrus cf. pratensis</i>	1	—	—	1	—	—
41	<i>Mentha citrata</i>	1	—	—	2	—	—
42	<i>Bidens tripartita</i>	1			2	—	—
43	<i>Epilobium montanum</i>	1			2	—	—
44	<i>Asteraceae sp.</i>	1			1	—	—
45	<i>Valeriana officinalis</i>	1			1	—	—
46	<i>Solidago canadensis</i>	1			—	—	2

Из таблицы 2 видно, что наиболее встречаемым и обильным видом является ежевика сизая, что также подтверждает наименование ассоциации ивняк ежевичный (*Salix alba* + *Rubus caesius*) [5].

Данная таблица была проанализирована кластерным методом. В результате кластерного анализа флористического состава живого напочвенного покрова в программе Statistica 6.0 получилось дерево, которое представлено на рисунке 2.

Таким образом, из рисунка 2 вытекают следующие выводы: наиболее близкими друг к другу по флористическому составу живого напочвенного покрова оказались площадки №1 и 2. Это вполне объяснимо, потому что на этих ППП максимально сконцентрирован клен ясенелистный. Таким образом, флористический состав этих 2-х площадок довольно схож.

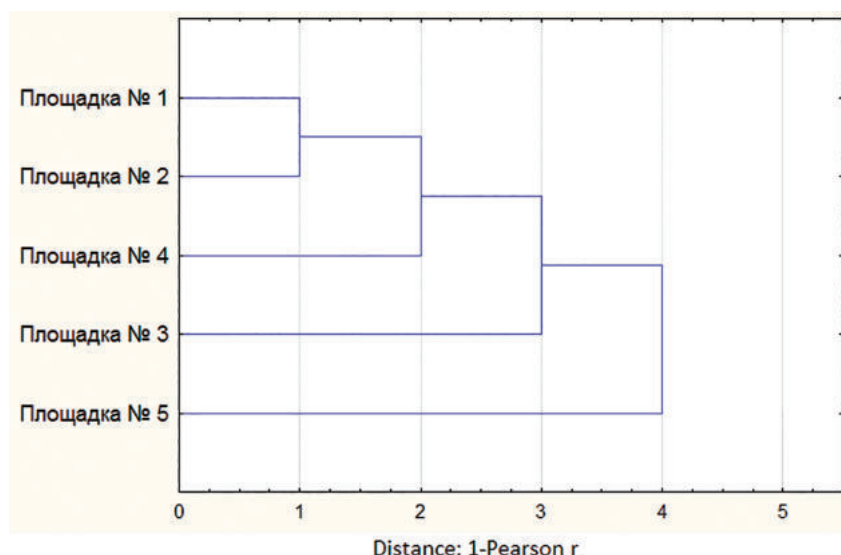


Рисунок 2 – Кластерный анализ флористического состава живого напочвенного покрова

Следующий кластер образуют между собой блок ППП №1, 2 и ППП №4. Эти субъединицы схожи между собой тем, что находятся в наиболее близком расстоянии по концентрации клена ясенелистного в их флористических сообществах. Флористический состав между ними наиболее близок. Также эти площадки очень схожи между собой по внешнему облику и рекреационной нагрузке.

Следующий кластер образуют блок площадок №1, 2, 4 и ППП №3. Эти площадки различаются тем, что ППП №3 не содержит клена ясенелистного. По этому показателю кластер должна была образовать вместо площадки №3 площадка №5. Но такой кластер образовался, очевидно, по совокупности факторов, и в результате объединяющих факторов оказалось больше, чем различающих. Вопреки всем ожиданиям, площадка №3 представляет собой довольно однообразное сообщество по видовому составу древесной флоры, несмотря на фактическое отсутствие инвазионного клена. Также площадка №3, согласно таблице 3, наполнена ювенильными проростками клена не менее других ППП, что также объясняет такое объединение.

ППП №5 отличается от других, прежде всего, флористическим составом древесных видов. Если максимальное их количество на всех ППП не превышает 6-ти видов, то на ППП №5 их содержится 12, что говорит о наибольшем разнообразии древесной флоры площадки №5. Также, если говорить о наличии клена на данной ППП, то можно сказать о том, что его концентрация здесь небольшая (формула древостоя по запасу – $10И+К$). Еще данное сообщество отличается от других по внешнему облику и рекреационной нагрузке. ППП №5 находится недалеко от пляжа «Золотые пески» (г. Пинск), и таким образом представляет собой место, где ожидается гораздо большая рекреационная нагрузка, нежели на других пробных сообществах.

На основе наличия видов растений и их обилия для каждой ППП был вычислен индекс разнообразия Шеннона, значения которого представлены в таблице 3.

Таблица 3

Индекс разнообразия Шеннона

Показатель	ППП №1	ППП № 2	ППП № 4	ППП № 5	ППП № 3
Индекс Шеннона	2,6	2,9	2,8	2,9	3,1

Из таблицы 3 видно, что минимальной величиной индекса Шеннона обладает сообщество №1, а максимальной – сообщество №3. Здесь наблюдается зависимость видового разнообразия живого напочвенного покрова от проективного покрытия клена ясенелистного, так как более разнообразным оказалось сообщество на площадке, где клен отсутствует, а менее разнообразным – на площадке с максимальной его концентрацией.

Полученные данные свидетельствуют о том, что клен ясенелистный обладает аллелопатическими свойствами в отношении растущих вблизи него растений, воздействуя на них через фитогенное поле. Более разнообразным оказалось сообщество на площадке, где клен отсутствует, а менее разнообразным – на площадке с максимальной его концентрацией. Таким образом, рекомендуется принятие мер против его распространения в фитоценозах.

Заключение. Высокая концентрация *A. negundo* влияет на разнообразие сообществ. Количество видов растений живого напочвенного покрова варьировало то 16 до 27. Зависимость видового состава живого напочвенного покрова от клена ясенелистного состоит в том, что в целом по мере уменьшения проективного покрытия клена ясенелистного наблюдается увеличение количества видов на ППП. Эти данные подтверждаются результатами кластерного анализа флористического состава живого напочвенного покрова и индексом разнообразия Шеннона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.: ил.
2. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева [и др.]. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
3. Раменский, Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л.Г. Раменский; отв. ред. В.И. Василевич. – Ленинград: Наука, 1971. – 336 с.
4. MacArthur, R.H. Fluctuations of animal populations, and measure of community stability / R.H. MacArthur // Ecology, 1955. – V. 36, №7. – P. 353–356.
5. Учебная полевая практика по геоботанике: учебно-методическое пособие / Г.А. Сорокина [и др.]. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 30 с.

АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ОТ ОТРАСЛЕЙ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА ПЕРИОД 2010–2021 ГОДЫ

ANALYSIS OF EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE ATMOSPHERIC AIR FROM THE MANUFACTURING INDUSTRIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS FOR THE PERIOD 2010–2021

К. М. Мукина^{1,2}, М. Л. Синуцкая^{1,2}

К. М. Mukina^{1,2}, M. L. Sinitskaya^{1,2}

¹Белорусский государственный университет, БГУ

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
kem@iseu.by, marinanelp@gmail.com

¹Belarusian State University, BSU

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus

В статье представлен анализ динамики выбросов загрязняющих веществ от отраслей обрабатывающей промышленности за период 2010–2021 годы. Рассчитано процентное изменение массы выбросов и его темпы. Дан анализ состава выбросов обрабатывающей промышленности за 2015 год по следующим загрязняющим веществам: общие взвешенные частицы, диоксид серы и азота, оксид углерода, неметановые летучие органические соединения. На основе полученных результатов представлен прогноз состава выбросов на 2023 год.

The article presents an analysis of the dynamics of pollutant emissions from manufacturing industries for the period 2010–2021. The percentage change in the mass of emissions and its rates are calculated. The analysis of the composition of manufacturing industry emissions for 2015 for the following pollutants is given: total suspended particles, sulfur and nitrogen dioxide, carbon monoxide, non-methane volatile organic compounds. Based on the results obtained, a forecast of the composition of emissions for 2023 is presented.

Ключевые слова: обрабатывающая промышленность, загрязняющие вещества, загрязнение воздуха.

Keywords: manufacturing industry, pollutants, air pollution.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-108-111>

Обрабатывающая промышленность является важной отраслью народного хозяйства Республики Беларусь. Её доля в объёме промышленного производства страны составила 89,4 % в 2021 году. Удельный вес в общем объёме промышленного производства (в %) обрабатывающей промышленности Республики Беларусь составляют следующие отрасли: производство продуктов питания, напитков и табачных изделий (23 %), производство текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха (3,1 %), производство изделий из дерева и бумаги, полиграфическая деятельность и тиражирование записанных носителей информации (6,4 %), производство кокса и продуктов нефтепереработки, химических продуктов (28 %), производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов (6,5 %), металлургическое производство; производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования (7,2 %), машиностроение (15,2 %) [1].