МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии и биоресурсов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(бакалаврская работа)

На тему

Анализ проблемы пластикового загрязнения в глобальном масштабе

Исполнитель Гладеева Екатерина Олеговна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель к.г.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)
Ершова Александра Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

к.г.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«___»_____2019 г.

Санкт–Петербург

2019

Содержание

Введение

Актуальность проблемы пластикового мусора в последнее время приобретает всё большее внимание со стороны человечества. В особенности, концентрация внимания на проблеме использования пластика усилилась после обнаружения так называемых мусорных пятен в нескольких точках Мирового океана, состоящих в основном из пластиковых частиц, которые дрейфуют по поверхности, а также после выявления последствий его негативного влияния на морские экосистемы.

По данным специалистов, к середине нынешнего столетия в Мировом океане пластикового мусора будет больше, чем рыбы. Морские биологи и океанологи уже ввели в употребление термин «пластисфера», используемый для обозначения новой эволюционировавшей для жизни в пластиковой среде морской экосистемы. Всё это потому, что развитие науки и технологий в прошлом столетии дало человечеству не только удобство и универсальность в виде нового материала – пластика, но также и серьёзные проблемы и задачи в области экологии, которые появятся в следующем столетии, и решение которых будет связано именно с политикой сокращения использования этого материала.

Целью данной выпускной квалификационной работы является анализ проблемы пластикового загрязнения в глобальном масштабе.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Рассмотреть проблему загрязнения пластиком окружающей среды
2. Исследовать реализуемые пути решения проблемы загрязнения пластиковым мусором

3. Проанализировать тенденции в социально-экономическом развитии некоторых стран, оценить их вклад в загрязнение пластиком наземных и морских экосистем
4. Провести анализ полученных результатов

1 Теоретические сведения об объекте и предмете исследования

1.1 Общие сведения о пластике

Что представляет собой пластик? Это органический материал, аналогичный дереву или бумаге. Сырьём, которое используется для производства пластмасс, являются натуральные продукты, такие как целлюлоза, уголь, природный газ, соль и, конечно, сырая нефть. В основе пластика лежит синтез полимеров со вспомогательными наполнителями, стабилизаторами и добавками, что придаёт готовому материалу определённые свойства, например, такие как лёгкость и долговечность.

В свою очередь, эти свойства обеспечивают долговременно е удержание пластика на плаву при попадании в водный объект, ведь именно большую часть своего времени пластик дрейфует по поверхности, являясь непригодной, но лёгкой добычей для морских животных. И только тогда, когда он разложится под воздействием ультраф иолетовых лучей и солёности океана на более мелкие частицы размером менее 5 мм – микропластик, оседает на дно, образуя новый геологический слой, называемый пластиковым горизонтом [1].

Изготовление изделий из полимера весьма популярно , потому что существует много различных его типов, он легко деформируем, и окрашиваем в широкую цветовую палитру. Одним из п ервых синтетических пластиков был полностью изготовлен из искусственных материалов в начале 1900-х годов. Он назывался бакелитом, а его изобретатель - бельгийский химик Лео Бакеланд.

1.2 Типы пластика и маркировка

Важно знать, что пластмассы все разные по происхождению. Выделяют 2 категории полимеров – это термопласты и реактопласты (термосеты). Для термопластов характерно плавление при нагревании и затвердевание при охлаждении. Такие пластмассы могут быть вторично переработаны. К ним относятся полиэтилен, полиэтилентерефталат, полиамид, полипропилен, ПВХ, полистирол и др. Реактопласты, в отличие от термопластов, имеют сшитую структуру молекул, при нагреве такой материал будет деструктировать или возгораться. То есть они неплавкие и нерастворимые, а поэтому должна существовать специфика переработки таких полимеров [2]. К главному преимуществу можно отнести то, что эксплуатацию реактопластов можно проводить при высоких температурах. К ним относятся фенолформальдегидные смолы, резина и т.д.

Из 7 различных типов маркировки пластмасс некоторые более опасны, чем другие, и их следует избегать. И хотя другие пластмассы считаются «относительно безопасными», они всё же содержат химические вещества, которые могут выделяться в пищу или окружающую среду, особенно когда пластик начинает «стареть».

Маркировка пластика цифрой «1» (PET, PETE) обозначает самый распространённый - полиэтилентерефталат. Обычно из такого типа пластика изготавливаются бутылки из-под воды и других безалкогольных напитков, кетчупа, также встречается в мебельной фурнитуре и в ковролине. В основном этот тип пластика легко перерабатывается и он относительно безопасен, однако не рекомендуется использовать повторно, поскольку выделяется токсичный фталат.

Маркировка «2» на товаре говорит о том, что он сделан из полиэтилена высокой плотности (HDPE). Прочный, гибкий пластик, который можно найти в картонных коробках для молока, бутылок для моющих средств, а также в более тонких предметах, таких как полиэтиленовые пакеты и пакеты с

морозильной камерой. Не содержит бисфенол-А, а также других часто встречающихся токсичных соединений, поэтому считается более-менее безопасным и перерабатываемым.

Обозначение цифрой «3» (PVC) пластика утверждает в своём составе наличие поливинилхлорида. Предназначен только для технического использования (пластиковые окна, трубы и т. д.), поэтому запрещён для пищевого применения. Считается самым опасным типом пластика, поскольку содержит токсичные элементы и соединения, например, такие как бисфенол-А, фталаты, винилхлорид и кадмий, вызывающие каскад нарушений в организме человека, а при сжигании этого типа пластика в атмосферу могут выделяться канцерогенные диоксины. Не перерабатывается в России.

Четвёртый тип пластика состоит из полиэтилена низкой плотности и обозначается как LDPE. Самый распространённый продукт из этого типа – полиэтиленовые пакеты. Принимается для переработки, можно повторно использовать.

Маркировка цифрой «5» (PP) на продукте из пластика говорит о том, что он сделан из полипропилена. Такой пластик представлен в виде крышек от бутылок, стаканчиков для йогурта, подгузниках. Безопасность данного типа пластика под вопросом, поскольку выявлено, что полипропилен может выщелачивать два химических соединения (биоциды четвертичного аммония и олеамид), которые вмешиваются в ферменты человека и рецепторы мозга.

«6» (PS) обозначается полистирол (и вспененный: пенополистирол), из которого изготавливается одноразовая пластиковая посуда, из пенополистирола - пенопласт. Содержит стирол, бензол - два опасных химических соединения, связанных с риском для здоровья человека. Рекомендуется избегать данного типа пластика, на переработку сдаётся.

Последний 7 тип пластика (OTHER) состоит из смеси различных полимеров (поликарбонат, полиамид и др.). Из них изготавливаются бутылочки для детей, игрушки, бутылки для воды, различные упаковки. При частом мытье или нагревании выделяет бисфенол-А, что приводит к

гормональным сбоям в организме человека. Поскольку такой тип пластика не является простым по своему составу, он не подлежит переработке [3,4].

1.3 Размеры пластикового мусора

Пластиковое загрязнение представляется различными размерами самого загрязняющего вещества. Выделяют следующие его размеры:

A) Макропластик. Частицы пластмассы >50 мм;

B) Мезопластик. Частицы размером 5-50 мм;

C) Микропластик. Размер <5 мм. Именно он составляет основную часть всего пластика в Мировом океане, и наиболее опасен для морской экосистемы, о чём речь пойдёт ниже.

1.3.1 Микропластик

Согласно данным Международного союза охраны природы, микропластик составляет значительную часть «пластикового супа», забивающего Мировой океан - на них приходится от 15 до 31% от примерно 10 млн. тонн пластика, выпускаемого в океаны каждый год [5]. В отличие от изображений колоссальных размеров мусорных пятен, плавающих в океанах, частицы микропластика, которые смываются из текстиля и с дорог, оставляют водные пути в первозданном виде.

Как это происходит? Важно отметить, что длительное время пластик остаётся на плаву, а с течением времени, под воздействием таких факторов как ультрафиолетовые лучи и солёность океана разлагается на мелкие частицы. Хрупкий и выветрившийся поверхностный слой пластикового мусора содержит большое количество продуктов гидрофильного окисления, которые при воздействии повторяющихся циклов набухания или высыхания являются склонными распадаться на микропластик. Этот процесс был назван деградацией путём механизма поверхностной абляции [1]. Кроме того, по

мере распада на более мелкие частицы, микропластик со временем опускается на дно. Некоторые версии происходящего утверждают, что это из-за того, что микропластик прилипает на слизь, которая выделяется коралловыми полипами, либо то, что на пластиковые частицы охотятся аппендикулярии, а они в свою очередь выбрасывали его из себя также со слизью, под весом которой он осаждается на дно [6].

Микропластик входит в состав различного текстиля (нейлон, акрил, полиэстер), косметики и прочего всего. Износ шин автомобилей и разметка дорог является 1/3 всего попадаемого количества микропластика в окружающую среду [7]. Впервые термин «микропластик» был употреблён уже в 2004 году учёным Ричардом Томпсоном в его научной статье, в которой он описал, куда исчезает такое количество производимого пластика. Проблема микропластика по истине актуальна. С помощью телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА) на глубине свыше 800 метров специалисты провели исследования в водах Северо-Западной Атлантики и Индийского океана. Целью исследования было выявление того, как рыбы потребляют и распространяют микропластик. И поскольку упор был сделан именно на мезопелагических обитателей, в теории они должны были быть изолированы от человеческого влияния, так как эти рыбы обитают в отдаленных районах [1]. Результаты показали, что из всей пойманной глубоководной рыбы, более 71% подверглись загрязнению микропластиком, образованным из текстильных изделий. Как он попал в них – при употреблении в пищу других обитателей, в которых уже был микропластик, поскольку они живут чуть ближе к поверхности океана, или при ошибочном принятии микропластика за еду – не так уж и важно, факт остаётся фактом.

Линда Амарал-Зеттлер в Морской Биологической Лаборатории использовала генетические методы, которые позволяют увидеть ДНК микробов, чтобы показать удивительно высокую биологическую вариативность - более чем 1 000 видов микробов обитают на одной частице

микропластика. Что ещё более поразительно, - то, что с некоторыми из обнаруженных организмов обычно учёные не сталкиваются в открытом океане, но по-видимому, они в состоянии выжить там, цепляясь за пластмассу. Генетическая работа также выявила неожиданно большое количество общего морского рода бактерий - вибрионов; большинство вибрионов не опасны, но некоторые разновидности могут вызывать заболевания у людей и животных [8].

Поскольку пластмасса практически не разлагается (во временном отношении к человеку), микробы в пластисфере могут транспортироваться на длинные расстояния, создавая потенциальный источник агрессивных их разновидностей. Если микробы, отличающихся от множества экосистем, перемещаются в океане, то они могут ударять по устойчивым микробным поселениям и более крупным организмам, которые зависят от тех микробов [9].

Помимо птиц, микропластиком «заражены» даже комары. В результате проведённого эксперимента исследователями Великобритании было выяснено, что микроскопические частицы пластмассы оставались в организме насекомых на всех стадиях их развития - от личинки до взрослой особи. Самка комара откладывает на поверхность водоёма за один раз до 200 яиц. Вылупившиеся из них личинки обитают в воде, питаясь микроорганизмами и органическими остатками, среди которых попадается и микропластик, присутствующий почти во всех водоёмах [10]. А поскольку комары входят в рацион питания птиц и земноводных, они участвуют в трофической цепочке, приводящей в результате к накоплению пластика в организме человека. Всё это опять-таки доказывает, что реальные масштабы распространения микропластика в окружающей среде весьма значительны.

1.4 Источники пластикового мусора

Помимо различных типов и размеров пластика, несомненно, важно то, как, и из каких источников он попадает в Мировой океан, поскольку анализ человеческой деятельности, приводящий к накоплению морского мусора, является ключом к ответам на вопрос как предотвратить это.

Различают следующие виды источников морского пластикового мусора:

- источники от наземной деятельности
- источники от морской деятельности
- источники микропластика

На основе предметов, наиболее часто собираемых на пляжах, обычно утверждается, что большинство (80%) морского мусора связано с наземными источниками, одним из самых больших вопросов которого является правильное управление отходами. Плохое управление отходами, без сомнения, является одним из основных источников морского мусора. Собранные предметы являются остатками потребительских товаров или их упаковками, выброшенными в окружающую среду, расположенную вблизи крупных городских или туристических районов [7].

Однако 80% является не совсем объективной цифрой, поскольку существует много различий в составе мусора в зависимости от местоположения. Данные о составе морского мусора из разных мест по всему миру показывают, что морские источники иногда доминируют над наземными источниками, особенно в местах, удаленных от крупных населённых пунктов и туристических центров. Состав пляжного мусора, собираемого в отдалённых местах, может фактически представлять собой интеграцию источников на более крупных территориях и в более длительные периоды времени. Основываясь на систематическом мониторинге 175 участков в течение нескольких лет, Национальная программа мониторинга

морского мусора США выделила 49 % предметов, поступающих с наземных источников, 18% из морских и 33% из неопознанных источников. Были также зарегистрированы региональные различия, прич ём морские источники в основном доминировали на самом северном восточном побережье США (42% на морском побережье против 28% на суше) и на Гавайях (43 % на море против 22% на суше) [8].

Двумя наиболее важными факторами, контролирующими количество отходов, поступающих в морскую среду, являются растущее население в прибрежной зоне, за которым следует процент не правильно управляемых отходов, и непреднамеренный выброс твердых материалов в окружающую среду в результате регулярной деятельности. Для первого случая эта оценка составляет от 100 до 250 миллионов тонн пластика и основана на агрегировании национальных данных, она не учитывает международную торговлю пластиковыми отходами, предназначенными для сектора переработки [7]. В дополнение к неправильно управляемым о тходам прямой непреднамеренный выброс твердых материалов в окружающую среду в результате регулярной деятельности относится к тем секторам, в которых значительная часть операций происходит на открытом воздухе. Это относится к добывающей промышленности, стро ительству, логистике, дистрибуции и туризму, а также к сектору производства и переработки пластмасс, поскольку он касается вещества, составляющего большую часть морского мусора.

Как уже говорилось, наземные источники мусора связаны, прежде всего, с неправильно управляемыми твёрдыми отходами. Управление твердыми отходами - сложный процесс, включающий сбор, транспортировку, обработку и утилизацию. На любом этапе процесса обращения с отходами, выброс отходов и частиц может произойти из-за неправильного соблюде ния процесса. Кроме того, есть отходы, которые намеренно засорены (то есть неправильно собраны или сортированы) и поэтому не включены в систему управления отходами.

По некоторым оценкам, в прибрежных зонах по всему миру в 2010 году 32 миллиона тонн неуправляемых пластиковых отходов, в результате чего от этой цифры, от 4,8 до 12,7 млн. тонн попало в Мировой океан [11].

Если говорить об отраслях, которые влияют на накопление мусора, то сельское хозяйство имеет самый высокий спрос на пластик и наибольшее количество отходов. Пластмассы принимают множество различных форм и применений в сельском хозяйстве.

Строительство и ремонт дорог являются вторым сектором после упаковки по общему спросу на пластмассу, составив 21 % в Китае в 2010 году, 20% в Европе в 2012 году и 16% в США и Канаде в 2014 году (Американский совет по химии, 2015). В Европе на пластиковые строительные отходы в 2012 году (1,4 млн. тонн) приходилось лишь 6% от общего объема пластиковых отходов по сравнению с 20% от общего спроса на пластик. Основная причина этого заключается в том, что пластмассы, используемые в строительстве, часто имеют значительно более длительный проектный срок службы, чем пластмассы, используемые для других целей. Пластиковые изделия в строительном секторе рассчитаны на долговечность и могут храниться от 30 до 40 лет до утилизации [12].

Прибрежный туризм был также признан значительным источником пластиковых отходов, и очень часто прямым, преднамеренным или случайным засорением береговой линии. К сожалению, очень сложно количественно оценить вклад этого сектора. Прокси-индикаторы, такие как доходы, относящиеся к сектору в конкретных регионах, или число прибывающих туристов, могут использоваться в качестве средства оценки его значимости.

Помимо сельского хозяйства, строительства и ремонта дорог, вклады источников из всех других основных секторов, которые производят значительные объёмы пластиковых отходов (автомобильное, электрическое и электронное оборудование, товары для дома, отдых, спорт и т. д.) были недавно оценены в ходе исчерпывающего анализа на социальные и

экологические последствия пластика, связанные с 16 секторами потребительских товаров. Анализ оценил вклад в потенциальное воздействие со стороны пластика, используемого в самих продуктах, а также пластика в упаковке и в цепочке поставок. Из проанализированных секторов потребительских товаров 2/3 общих затрат на природный капитал в год составляют продукты питания, товары длительного пользования, безалкогольные напитки и розничная торговля (в денежном выражении отражается ущерб окружающей среде, связанный с использованием пластмассы каждым из этих секторов) [7].

Это хороший показатель для секторов, которые являются основными источниками пластика и, следовательно, влияют на окружающую среду. Эти сектора интенсивно используют его и производят продукты с коротким сроком службы, которые попадают в поток отходов вскоре после производства.

В итоге, при оценке стоимости природного капитала для морских экосистем одни и те же четыре сектора (продукты питания, безалкогольные напитки, розничная торговля и товары длительного пользования) несут ответственность за 3/4 стоимости природного капитала. Это указывает на то, что потребительские товары и услуги могут являться основными источниками морского мусора.

Что касается источников от морской деятельности, то, к сожалению, современные глобальные оценки для судовых отходов отсутствуют. В 1975 году Национальный исследовательский совет США подготовил глобальную оценку судовых отходов, основанную на оценках численности экипажа и пассажиров. Результат представился в большом количестве твёрдых бытовых отходов, образующихся на всех видах судов, включая рыболовные. Отходы, не связанные с грузом, составили 0,76 млн. тонн в год, что свидетельствует о потенциальной значимости вклада этого источника. Из этой суммы по оценкам только около 5 000 тонн (0,7%) составляет пластик [13]. И хотя этим оценкам 40 лет, до введения правил, предотвращающих загрязнение мусора с

судов (Конвенция МАРПОЛ, Приложение V), они являются единственным способом измерить относительную значимость вклада неуправляемых отходов с судов по сравнению с неуправляемыми отходами с наземных источников.

Основным источником морского пластика в рыболовном секторе, включая аквакультуру и рыболовство, является брошенное, утерянное или иным образом выброшенное орудие лова («ALDFG» - Управление брошенными, потерянными, выброшенными рыболовными снастями). Помимо неправильного обращения с отходами и рыболовными снастями, рыболовство и аквакультура могут также привести к непреднамеренному засорению судового оборудования, такого как веревки и другие устройства для крепления пластмасс и упаковочные материалы.

Судоходная отрасль также является важным источником морского мусора. Грузовые суда могут, в случае непредвиденных обстоятельств, потерять весь или часть своего груза в море. Оценки, основанные на опросе, проведенном в период между 2008 и 2013 годами, указывают на то, что в среднем ежегодно теряется примерно 1700 контейнеров в результате аварий, включая катастрофические события (более 50 контейнеров потеряно в одном событии). В среднем 14 из каждых миллионов перевозимых контейнеров теряются в море. Для сравнительных целей, если предположить, что все потерянные контейнеры будут 40-футовыми единицами и будут загружены на 90% от их максимальной грузоподъемности, и что 10 % груза будут производиться из пластических материалов, то ежегодно потерянные в море контейнеры будут вносить около 4000 тонн пластика [13].

Из-за своего размера и разнообразия источников, характеристика микропластика ещё более сложна, чем для крупных пластиковых обломков. Существует два типа частиц микропластика: те, которые были сделаны преднамеренно (первичные источники) и те, которые возникают в результате фрагментации и выветривания от крупных объектов (вторичные источники).

Для микропластика, происходящего из первоисточников, возможно идентифицировать конкретный источник и, следовательно, определить меры по смягчению для уменьшения их вклада в окружающую среду.

Небольшие пластиковые частицы, относящиеся к микропластику, создаются для таких предметов, как средства личной гигиены (по оценкам, пользователи скрабов для лица в Соединенных Штатах могут нести ответственность за выброс 263 тонн полиэтилена в год) или в качестве абразивной среды для очистки [5]. Они также являются результатом непреднамеренного высвобождения промежуточного пластикового сырья (то есть гранул) и возникают в качестве побочных продуктов производства или других процессов. Последнее включает, вероятно, самое большое разнообразие источников - от выбросов твердых частиц в результате промышленного производства или технического обслуживания изделий из пластмассы или изделий на основе пластмассы, выброса пыли и волокон, до износа любых пластмассовых изделий при нормальном использовании. Это включает частицы, полученные резкой полировкой или формованием во время производства изделия на основе пластика, отходы при нанесении или уходе за краской на основе пластика, волокна, выделяющиеся из синтетических текстильных изделий во время стирки, или частицы каучука, выделяющиеся при износе шин на дорогах.

К сожалению, нет глобальных оценок прямого попадания микропластика в морскую среду. Предпринимались попытки оценить его попадание только из определённых стран и источников. Например, сотни тонн полиэтиленовых микрошариков из продуктов личной гигиены ежегодно выбрасываются в водную среду в США, а в Норвегии ежегодно выбрасывается 8000 тонн микропластика из различных источников, из которых около половины, возможно, достигает морской среды [8]. Постепенное выявление прямых источников микропластика и необходимость использования грубых допущений при получении оценок затрудняют

сравнение. Тем не менее, это даёт хорошее представление о потенциальном порядке величины проблемы.

В дополнение к прямому попаданию микропластика в результате человеческой деятельности, пластиковый мусор уже присутствует в окружающей среде, и может быть его весьма значительным источником.

1.5 Загрязнение природной среды

Загрязнение Мирового океана, рек и озёр

Основная часть пластиковых отходов на побережьях и в самом Мировом океане состоит из пластиковых частиц, а также их производных - бутылок, пенополистирола, пакетов, текстиля и фрагментов пластиковой посуды. По некоторым оценкам на сегодняшний день в Мировом океане находится более 300 миллионов тонн пластикового мусора, которые в основном сконцентрированы в 5 его точках, так называемых мусорных островах или пятнах. В 5 конкретных точках потому, что из -за схождения в точке океанических течений и ветра, мусор закручивается в вихрь и притягивается к центру. К таким круговоротам относятся Северное тихоокеанское (восточное и западное течения), Южное тихоокеанское, Северное и Южное атлантические, Индийское (рис. 1) [14].

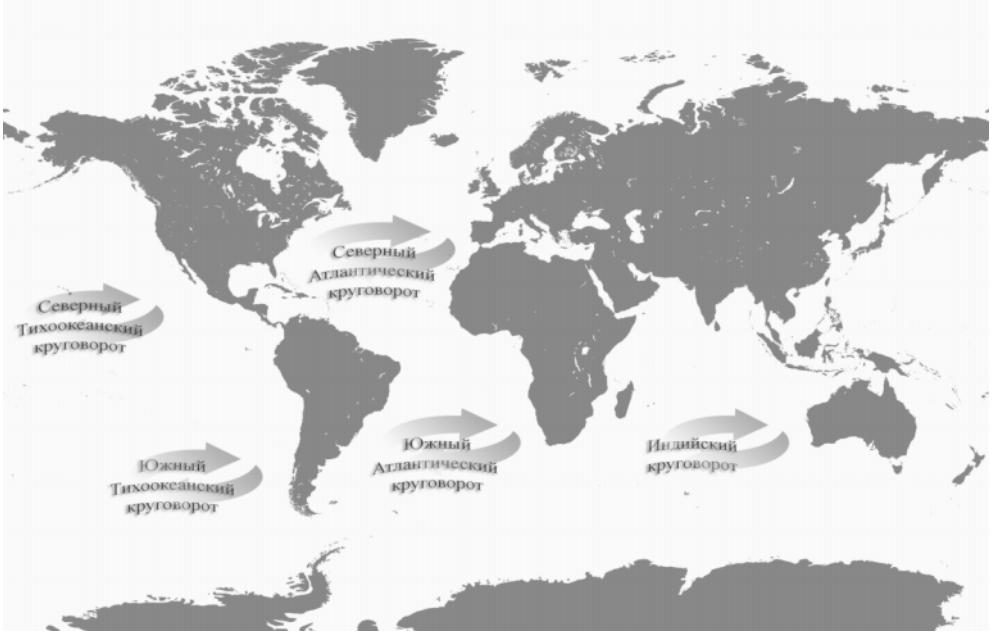


Рисунок 1. Основные круговороты пластикового мусора в океане

Так, мусор разносится по океанам и по течениям собирается соответственно в мусорные острова. Самое известное мусорное пятно находится в северной части Тихого океана, соответствующее Северному тихоокеанскому течению и называемое Большим Тихоокеанским мусорным пятном, открытым ещё в 1997 году.

Большое Тихоокеанское мусорное пятно, также известное как Тихоокеанский мусорный вихрь, охватывает воды от западного побережья Северной Америки до Японии. Он фактически состоит из западного мусорного участка, расположенного недалеко от Японии, и восточного, расположенного между штатами США на Гавайях и в Калифорнии. Эти области связаны между собой зоной субтропической конвергенции северной части Тихого океана, расположенной в нескольких сотнях километров к северу от Гавайев [14]. В этой зоне конвергенции тёплая вода из южной части Тихого океана встречается с более холодной водой из Арктики. Зона действует как шоссе, которое перемещает мусор из одного участка в другой (рис. 2).

Рисунок 2. Дрейф мусорных частиц в Северном тихоокеанском круговороте

Как уже говорилось, распределение пластикового мусора в водах Мирового океана неравномерно. Об этом также свидетельствуют данные эксперимента, проводимого американскими учёными. У одного вида морских птиц, обитающего в разной локации, было найдено совершенно разное содержание пластика в организме. Большее его содержание было найдено, конечно, у популяций, обитающих возле основных круговоротов течений.

Проблема использования пластика озадачила человечество по многим причинам. Во-первых, сам объём производства материала с длительным периодом разложения, что с экологической точки зрения является основанием для того, чтобы ввести политику сокращения использован ия пластика. Пластик экономически доступнее и более универсален для жизнедеятельности. За последние 70 лет человечество произвело более 7 миллиардов тонн пластмассы, и лишь 10-15% от этого числа ушло в переработку, а 20% утилизировалось [16]. Во-вторых, это последствия его нахождения в морских экосистемах, выраженные гибелью животных. Большая часть пластика представлена именно микропластиком, который находится длительное время на плаву - рыбы ошибочно принимают его за планктон. Это неудивительно, поскольку в некоторых частях океана в 6 раз больше пластиковых частиц, чем планктона [11]. Рыбы, птицы и

млекопитающие съедают столько мусора, что их желудки переполняются, вызывая хронический неутолимый голод, приводящий к летальному исходу. И поскольку пластик обладает свойством накопления токсинов в своих гранулах, которые передаются животным при употреблении в пищу, это провоцирует заболевания на генетическом уровне, аккумуляцию в телах и как последующее - отравление. Таким образом, по пищевой цепочке это передается другим животным, ну и соответственно доходит до человека. Уже доказано, что в телах людей содержится пластик. Помимо этого – запутывание в остатках пластика (например, в рыболовных сетях).

Как уже упоминалось, по приблизительным оценкам, ежегодно около 10 млн. тонн пластиковых отходов оказывается в океане, при этом большая часть пластика попадает в океан через реки, учитывая то, что из 20 самых загрязнённых рек мира 15 текут в Азии [17]. И это не удивительно, поскольку из 20 стран, производящих большее количество пластикового мусора, 13 – азиатские страны. И чем река грязнее, тем больший вклад вносит в засорение океана. Соответственно, больший такой вклад вносят реки Азии. И поскольку страны Азии относятся к развивающимся странам, управление и инфраструктура утилизации и рециркуляции пластиковых отходов там практически отсутствуют, или функционируют недостаточно.

Загрязнение атмосферного воздуха

Заводы, на которых осуществляется производство пластика, выбрасывают в атмосферу до 400 млн. тонн углекислого газа в год [2]. А недавнее открытие исследователей из Университета штата Гавайев выявило ещё одно последствие нахождения пластикового мусора в окружающей среде. Им стали выделяющиеся от солнечной радиации при разложении пластмассы парниковые газы метан и этилен, что может являться ещё одним источником глобального потепления. Дело в том, что метан способен более чем в 80 раз активнее удерживать солнечное тепло в атмосфере, чем углекислый газ, однако размеры выбросов метана малы по

сравнению с углекислым газом [8]. А на фоне большого накопления пластмассы в окружающей среде на сегодняшний день это может являться значительной причиной глобального потепления.

Арктика и Антарктика

Особая опасность аккумуляции пластика и другого вида мусора представляется в арктической и антарктической зонах, поскольку там способность природной среды к восстановлению ограничена. Недавние обнаружения больших кусков полистирола в льдинах всего в 1000 милях от Северного полюса породили опасения, что ранее нетронутые воды Северного Ледовитого океана больше не защищены от распространения загрязнения. Рост таяния льда, который служит барьером, привел к увеличению потока пластикового загрязнения [18]. В дополнение – возрастающий уровень загрязнения людьми с прибрежных поселений вызывает растущую обеспокоенность, которая также ставит под угрозу местную дикую природу. Загрязнение в российской Арктике приближается к уровню Атлантического и Тихого океанов, заявил генеральный директор неправительственной организации «Slava Foundation», направленной на повышение осведомления растущих свидетельствах воздействия антропогенного загрязнения на Арктику. Он также подчёркивает, что по сравнению с тем, что Арктика всегда была одним из самых нетронутых и нетронутых водоемов на земле, то, что учёные обнаруживают сейчас такие высокие уровни загрязнения, должно стать серьезным сигналом для международного сообщества.

Пластик обнаружен везде: от Арктики до Антарктики. От глубоководных донных отложений до плавучих льдов в Северном Ледовитом океане. Пластик даже обнаружен на острове, лежащем в южной части Тихого океана на удалении 5 000 км от ближайшего населенного пункта, причём этот остров входит в состав Всемирного наследия ЮНЕСКО – о. Хендерсон [19]. Отдалённый, совершенно необитаемый и труднодоступный для посещения людьми остров получил статус самого грязного острова мира. По

приблизительным оценкам, на набережной острова Хендерсон разбросано около 38 миллионов кусков пластика весом в 18 тысяч кг. Причём большая часть мусора погребена под слоем песка и не видна на первый взгляд. На береговую полосу шириной до десяти метров волны ежедневно выносят около 3750 новых предметов. Таким образом, плотность загрязнения остр ова составляет 670 фрагментов пластика на квадратный метр . Всё это потому, что он расположен вблизи южного тихоокеанского круговорота. Аналогичная картина наблюдается в Северном полушарии, где также большое скопление мусора обнаружено на пляже Камило (Гава йи), расположенном вблизи северного тихоокеанского круговорота [19].

2 Обзор реализуемых путей решения проблемы загрязнения пластиковым мусором

2.1 Цели устойчивого развития

Для решения глобальных проблем человечества, в первую очередь экологических, сформулированы и приняты на международном государственном уровне так называемые Цели в области устойчивого развития ООН (ЦУР).

Повестка дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года (резолюция 70/1 Генеральной Ассамблеи ООН), принятая в сентябре 2015 года, обеспечивает всеобъемлющие рамки для включения других международных, региональных, национальных и местных инициатив в контекст. 4 из 17 целей устойчивого развития (6, 11, 12 и 14) имеют связанные цели, особенно имеющие отношение к загрязнению пластиком Мирового океана. Более подробно они будут рассмотрены ниже.

Для определения соответствия заданным целям на период до 2030 года была разработана глобальная система показателей (индикаторы). Её разработкой занималась межучережденческая экспертная группа по показателям достижения ЦУР (IAEG-SDG), а была согласована, включая уточнения по нескольким показателям, на 48-ом съезде Статистической комиссии Организации Объединенных Наций, состоявшейся в марте 2017 года. Список включает 232 показателя, по которым было достигнуто общее согласие. Её можно назвать трёхуровневой системой, обусловливающей следующее [20]:

- Для показателей первого уровня у индикатора имеются концептуальная ясность, методология и доступные стандарты, а данные регулярно собираются странами;

- Второй уровень относит индикаторы, которые концептуально понятны, с методологией и стандартами, а данные странами не собираются;

- Третий уровень. Индикаторы не имеют методологии, а стандарты в процессе разработки.

Систему показателей ежегодно подвергают уточнениям, и планируется два её пересмотра в 2020 и 2025 году.

Как уже говорилось, 4 из 17 ЦУР имеют отношение к проблеме загрязнения окружающей среды, в том числе пластиковым мусором.

Цель 6: Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех. Её задача 6.3, относящаяся к проблеме пластикового загрязнения, подразумевает, что к 2030 году должно быть достигнуто улучшение качества воды за счёт сокращения загрязнения, устранения сброса и минимизации выбросов опасных химикатов и материалов, сокращение вдвое доли неочищенных сточных вод и увеличение рециркуляции и безопасного повторного использования сточных вод в мире. Индикаторами задачи будут являться доля безопасно очищаемых сточных вод и доля водоёмов с хорошим качеством воды [20].

Цель 11: Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населённых пунктов. Выполнение задачи 11.6 гарантирует уменьшение негативного экологического воздействия городов в пересчете на душу населения, в том числе посредством уделения особого внимания качеству воздуха и ликвидации городских и других отходов. Индикаторами выступают доля твёрдых бытовых отходов, собирающихся и надлежащим образом удаляющихся, в общей массе городских отходов, и среднегодовой уровень содержания мелких твёрдых частиц (например, класса PM2.5 и PM10) в атмосфере городов (в пересчёте на численность населения) [20].

Цель 12: Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства. В отношении пластикового загрязнения здесь имеются две задачи. Задача 12.4 предполагает уже к 2020 году добиться экологически обоснованного регулирования химических веществ и всех отходов на протяжении всего их жизненного цикла в соответствии с согласованными

международными принципами и значительно сократить их попадание в воздух, воду и почву, чтобы свести к минимуму их неблагоприятное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Следующая 12.5 призывает к 2030 году существенно сократить образование отходов за сч ёт принятия мер по их предотвращению, сокращению, переработки и повторного использования. Показателями достижения цели являются ч исло сторон международных многосторонних природоохранных соглашений об опасных отходах и других химических веществах, выполняю щие свои обязательства и обязательства по передаче информации в соответствии с требованиями каждого соответствующего соглашения , а также Образование опасных отходов на душу населения и доля обрабатываемых опасных отходов в разбивке по видам обработки – для первой задачи. Для второй - национальный уровень переработки отходов, масса утилизированных материалов, выраженная в тоннах [20].

И последняя цель (14) заключается в с охранении и рациональном использовании океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития. Задачей (14.1), имеющей отношение к загрязнению, для достижения этой цели, будет предотвращение и значительное сокр ащение любого загрязнения морской среды к 2025 году, в частности от наземных видов деятельности, включая морской мусор и загрязнение питательными веществами. Индикаторы - индекс прибрежной эвтрофикации и плотность плавающего пластикового мусора [20].

С момента принятия целей устойчивого развития в 2015 году, в России к настоящему времени так и не выработалась система подходов к их реализации, а стратегия устойчивого развития не была адаптирована. Однако актуальность реализации задач ЦУР в России нашла отраж ение в Послании Президента Федеральному собранию в 2018 году и в Майском указе того же года. В этих документах прослеживается корреляция задач на цель прорыва России как экономической державы с целями устойчивого развития. Заявлены планы по повышению каче ства питьевой воды, сокращению

количества городов с неблагоприятной средой в 2 раза, урегулирование эффективного обращения с отходами производства и потребления (ликвидация несанкционированных свалок и т.д.). Подразумевается, что поставленные цели должны быть достигнуты к 2024 году [21].

Помимо ЦУР непосредственную роль играет ликвидация уже накопленного мусора. Мониторинг пластикового мусора является основной задачей на пути к сокращению загрязнению пластиком вод и побережий.

Нельзя не отметить Проект OSPAR по мониторингу морского пляжного мусора (2000-2006). ОСПАР - Конвенция по защите морской среды Северо-Восточной Атлантики, чей проект стал первым в Европе по разработке метода мониторинга морского мусора на пляжах и оценивания наличия морского мусора на пляжах в Северо-Атлантическом регионе, в ходе которого было проведено более 600 регулярных пляжных обследований на 51 пляже в восьми странах [22].

Помимо методики ОСПАР, существует множество инновационных способов борьбы с пластиковым загрязнением и мусором в целом, но на данный момент, проблема пластикового загрязнения является в науке недостаточно изученной, и методы по разработке системы его обнаружения и ликвидации только набирают обороты.

Одним из таких методов мониторинга является применение технологий дистанционного зондирования. Пластик имеет характерные спектры поглощения и отражения в ближней инфракрасной (БИК) части оптического спектра, которая находится в том же диапазоне, что и спектры отражения для хлорофилла. Фактически, камеры БИК и спектрометры используются в перерабатывающих установках для сортировки различных видов пластика и цветов. Однако основным ограничением этого метода является то, что спектры NIR поглощаются водой, поэтому, если пластик не находится на поверхности воды, он не будет захвачен этой техникой [1].

Ещё одной идеей по очистке пластика в Мировом океане, на которую возлагаются большие надежды, является проект «The Ocean Cleanup»,

основанный на пассивном методе сбора пластика в океане. Конструкция представляет собой два плавающих «рукава», каждый длиной по 50 км, которые образуют клин [23]. Он монтируется на якорь вблизи циркуляций течений океана и взаимодействует с ними. Под поверхностью воды находятся подвижные сети, свисающие с «рукавов» на глубину до 3 метров и блокирующие движение плавающего мусора, а течения увлекают мусор к центру клина, откуда пластик собирают на платформу, складируют и готовят к переработке. Авторы методики назвали плавающую систему Ocean Cleanup Array (матрицей очистки океана). Данный метод учитывает общую закономерность формирования океанских течений, которые сами доставляют его к месту сбора. По словам создателя этой конструкции, применение в течение 10 лет одной такой матрицы позволит выловить половину мусора из Большого тихоокеанского мусорного круговорота.

2.2 Запрет на пластик на государственном уровне на примере некоторых стран

Мир осознает проблему, и правительства начинают действовать. Правительства могут сделать целый ряд вещей - от проведения кампаний по информированию общественности до предоставления стимулов для переработки отходов, введения сборов или даже полного запрета определённых продуктов. За последнее десятилетие десятки национальных и местных правительств по всему миру приняли политику по сокращению использования одноразовых пластиков, и число продолжает расти.

Применение расширенной ответственности производителя может помочь избежать определенных типов морского мусора, в том числе тех, которые особенно распространены, таких как одноразовые упаковочные материалы. Возложение на производителей материальной и/или материально-технической ответственности за свою продукцию на стадии завершения жизненного цикла способствует развитию возврата и сбора [24].

Что касается экономических стимулов, то схемы возврата депозитов и платы за пластиковые пакеты могут влиять на выбор потребителя, влияя на то, какие продукты покупать. Возможно поощрение за различные привычки, таких как возвращение бутылок или использование многоразовых сумок. Таким образом, эти стимулы могут действовать как эффективная мера. Стимулы гарантируют осознание того факта, что у пластика есть цена - в начале и в конце его жизни - и поэтому он более широко признан в качестве ценного ресурса. Это уменьшает потребление и отходы, но увеличивает переработку, а также способствует переходу к экономике замкнутого цикла.

Запреты на полиэтиленовые пакеты, курение на пляжах, пластиковые микрошарики в косметике могут обеспечить экономически эффективное решение для предотвращения морского мусора, хотя выполнимость будет зависеть от различных факторов, включая наличие заменителей, проблемы конкурентоспособности и политическую волю.

Африка выделяется как континент, где большинство стран ввели полный запрет на производство и использование полиэтиленовых пакетов. Поскольку промышленный сектор упаковки занимает больший объём производства и соответственно отходов с этого сектора будет больше. Из 25 африканских стран, которые запретили пакеты, более половины сделали это за последние четыре года. Руанда, ЮАР ещё в начале 2000-х начали беспокоиться о проблеме, а столица Руанды Кигали была признана самым чистым городом Африки в 2008 году. Помимо Африки, Индия практикует социальный проект под названием «Plastic for Change», помогающий не только с ликвидацией загрязнения пластиковыми отходами, но также помогающий сборщикам городских отходов в их стремлении к достойному заработку [25].

Весной этого года Европарламент принял закон, который запрещает производство и продажу одноразовых изделий с 2021 года. Трубочки, ватные палочки, посуда и столовые приборы – на это официально наложили запрет,

учитывая ещё то, что к 2029 году процент сбора в странах ЕС должен будет составлять 90%, а процент переработанного пластика не менее 25%.

Этой же весной и в России, где глава Минприроды заявил о возможном полном отказе от пластиковой посуды и полиэтиленовых пакетов уже к 2025 году, и посчитал это осуществимым. В Санкт-Петербурге комитет по законодательству летом 2018 года принял законопроект о раздельном сборе, который должен был предполагать установку отдельных контейнеров, в том числе и для полимеров. По примеру Франции и Калифорнии, тем же летом, первый официальный запрет среди регионов России на использование одноразового пластика на культурно-массовых мероприятиях установлен также в Ленинградской области, подписал его глава комитета по культуре Чайковский Е. В.

Существует разнообразие применения экологического нормирования, которое имеет отношение к решению этой проблемы. Оно варьируется от глобальных типовых инструментов по защите морской среды и загрязнению окружающей среды через планы действий по морскому мусору на региональном уровне до запретов на конкретные продукты на национальном или муниципальном уровнях [12].

В рамках инструментов с глобальным и региональным охватом существуют конвенции, протоколы и соглашения, которые переносятся в аналогичные правовые инструменты на региональном и национальном уровнях соответственно. Кроме того, существуют инструменты, которые обеспечивают руководство и поощряют региональные органы и страны следовать определённым предлагаемым действиям и сотрудничать по вопросам морского мусора.

Начиная с 1960 года, когда были опубликованы первые сообщения о воздействии пластикового мусора на морские виды, началось активное принятие решений в области политики.

1. Лондонская конвенция, действующая с 1975 года, и более ограничительный Лондонский протокол, действующий с 2006 года,

обеспечивают эффективный контроль, направленный на все источники загрязнения морской среды, и принимают практические меры по предотвращению загрязнения путём сброса отходов в море. Согласно этим инструментам, выбрасывание в море стойких пластмасс и других синтетических материалов (таких как сетки и веревки) запрещено.

2. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78) действует с 1983 года. Приложения IV и V касаются соответственно загрязнения с судов сточными водами и мусором. Приложение V действует с 1998 года и пересмотрено в 2013 году, включает в себя полный запрет на сброс в море всех видов пластика.

3. Когда речь идет о регулировании деятельности на суше, которая имеет прямые последствия для потока загрязняющих веществ в океан, то Глобальная программа действий по защите морской среды от наземной деятельности (ГПД) является единственным существующим глобальным межправительственным механизмом, установленном в 1994. Представляется непосредственное решение проблемы связи между наземными, пресноводными, прибрежными и морскими экосистемами.

4. Другой глобальной инициативой является Стратегия Гонолулу (2011), созданная для комплексных и глобальных усилий по сокращению воздействия морского мусора на окружающую среду, здоровье человека и экономику во всем мире. Основное внимание уделяется предотвращению попадания и воздействия морского мусора с наземных и морских источников, а также по удалению уже накопленного мусора. Также эта инициатива предусмотрена в качестве инструмента мониторинга для измерения прогресса в борьбе с морским мусором.

5. Первый съезд Ассамблеи ООН по окружающей среде в 2014 году приняла резолюцию 1/6 «О морском пластиковом мусоре и микропластике», на котором просила ЮНЕП представить исследование по этой теме на втором съезде, после которого более ориентированная на действия резолюция 2/11 по морскому мусору была принята в мае 2016 года. Она

призывала к установлению партнерских отношений между государственным и частным секторами; разработку кампаний по повышению осведомленности, профилактике и очистке, а также поощрение производителей продукции к рассмотрению воздействия на окружающую среду продуктов, содержащих микропластик и компостируемые полимеры. ЮНЕП оценил эффективность соответствующих международных, региональных и субрегиональных стратегий и подходов к борьбе с морским пластиковым мусором и микропластиком.

6. Помимо глобальных решений были приняты и региональные, например «Конвенция и планы действий по региональным морям (RSCAP) », которая включает в себя поощрения за координацию и сотрудничество между странами, использующие общий ресурс. Существует 18 конвенций и планов действий по региональным морям, охватывающих более 143 стран и такие моря как Чёрное, Каспийское, Средиземное и др.

Европейский Союз через своих государств-членов стал ведущим голосом для определения морской экологической политики в европейских морях (Балтика, Черное море, Средиземноморье и Северная Атлантика). Через региональные моря его влияние выходит за пределы Европейского Союза и вод его государств-членов. Он принял ряд мер по обращению с отходами, упаковке и защите окружающей среды, которые имеют отношение к сокращению морского пластикового мусора и применимы к 28 государствам-членам ЕС.

Что касаемо последних событий, то в октябре 2018 года Европейский парламент утвердил директиву о полном запрете 10 видов одноразового пластика, который вступит в силу с 2021 года. Это пакеты, тарелки, ложки-вилки-ножи, трубочки, рыболовные снасти и палочки для размешивания кофе. Предполагается, что к тому времени предприятия смогут переключиться на производство этих предметов не из пластика, а из более экологически чистых материалов.

Некоторые компании в Европе попытались ввести термин «биоразлагаемый пластик» в экономику, но такая концепция экологичного производства, хотя, скорее всего маркетинга, оказалась неудачной. «Биоразлагаемый пластик» включает в себя биоразлагающие добавки, которые выступают в роли катализатора, способствующего разрушению углеродных связей в молекулах полимера и их окислению через определённое время. То есть, процесс деструктуризации материала идёт быстрее под воздействием некоторых внешних факторов. Чтобы изделие с добавками перешло в статус «чистого биоразлагаемого», этому должен предшествовать этап его механического разрушения. У чистых биоразлагаемых пластиков этой предварительной стадии нет, либо она не особенно выражена по времени и уровню внешнего воздейс твия. Итальянский суд постановил, что, например, самая распространённая добавка d2w и другие не могут юридически продаваться как биоразлагаемые, потому как не соответствуют европейскому стандарту рынка EN 13432, который предполагает следующее: чтобы пласти ковое изделие могло называться биоразлагаемым, экспериментально должно быть доказано, что оно разлагается на 90% в течение 90 дней [26]. Поэтому переход к использованию биоразлагаемого пластика, считаться как решение данной экологической проблемы, пока не может.

2.3 Изменение культуры потребления

Полимеры являются универсальным материалом, к тому же дешёвым. Они составляют около половины отходов жизнедеятельности человека. Однако это один из самых вредных поллютантов окружающей среды , при разложении который выделяет токсичные для неё вещества, такие как формальдегид, стирол, фенол и т.д. Вдобавок к этому, пластик сложно и дорого переработать, поэтому в настоящее время в мире уходит в переработку не более 15% пластиковых отходов [16].

В мире производится более 300 миллионов тонн пластика ежегодно. Примерно 4% - а это около 10 миллионов тонн - попадает в океан. Это ошеломляющее количество, но только 2% этого пластика находится на поверхности океана. Половина этого процента попадает в мусорные круговороты, другая половина более широко рассеяна (99% или 7,92 миллионов тонн), к тому же она ежегодно не учитывается, потому что всё это количество представлено в океане микропластиком [27].

По некоторым оценкам [11], количество отходов, производимых людьми во всём мире, увеличится более чем втрое с 1,3 миллиарда тонн сегодня до 4 миллиардов тонн к 2100 году. Только мировое производство пластмассы, полученной из нефти, значительно увеличилось с 1,5 миллиона тонн в 1950 году до 300 миллионов тонн в 2014 году, что проиллюстрировано на рисунке 3. Некоторые описали это резкое увеличение использования пластмасс как «Эпоха пластмасс» или «Наш пластиковый век». И если текущая тенденция, при которой производство увеличивается примерно на 5% ежегодно, продолжится, то ещё 33 миллиарда тонн пластика накопится на нашей планете к 2050 году [18].

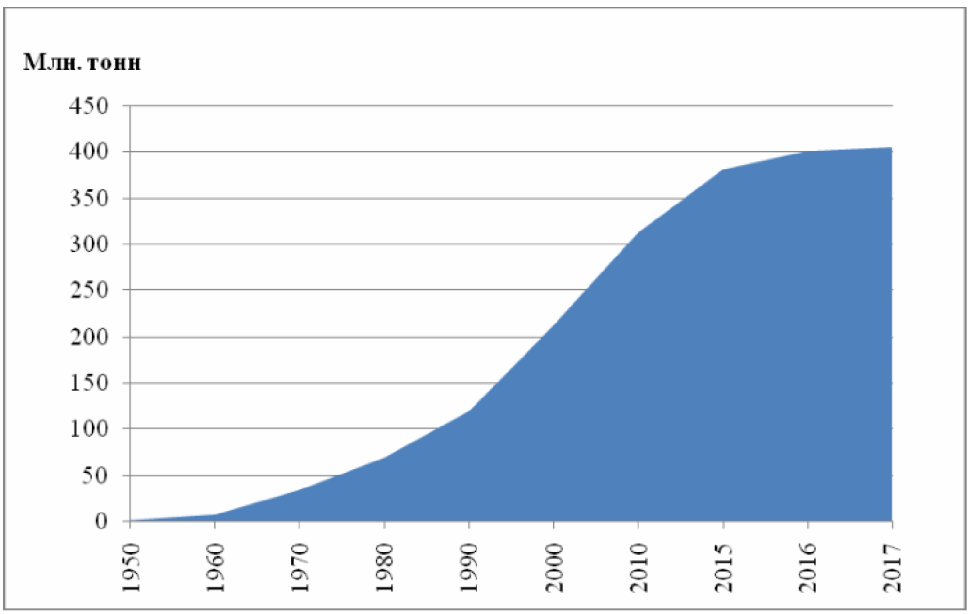


Рисунок 3. Глобальное производство пластика с 1950 по 2017 г.г.

(Рассчитано по: Jambeck J., Geyer R. Plastic waste inputs from land into the ocean // Science. 2015. №347. С. 768-770)

Именно резкое увеличение производства и сопутствующего потребления пластмассы привело к несвоевременному техническому развитию технологий переработки самого пластика. Некоторые высокоразвитые страны имеют на сегодняшний день такие технологии, однако они не совершенны. Поэтому, первое, что нужно сделать для сокращения пластика в окружающей среде – это снизить его объёмы производства и использования.

Отказ от одноразового пластика является первым шагом на пути к этой цели. Во всём мире время его использования не превышает в среднем и 15 минут, в то время как разлагаться она будет более 200 лет. Альтернативой будет являться использование других материалов. В быту, например, вместо одноразовой посуды можно использовать многоразовую (контейнеры, алюминиевые ложки и вилки, кружки и т.д.). Вместо полиэтиленовых пакетов использовать многоразовые сумочки и т.д.

2.4 Изменение в системе утилизации отходов

Каждая страна производит продукцию, она её должна и утилизировать. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) предприняла смелые усилия по отслеживанию управления муниципальными отходами в своих 35 государствах-членах. Согласно отчету, в нижней части списка находятся Турция и Чили, каждый из которых перерабатывает 1% от общего количества отходов. Они также являются единственными странами, которые стали хуже в сфере переработки с 2000 года, с 33% и 78% снижением, соответственно [12]. Установление контроля над пластиковыми отходами стало настолько большой задачей, что требует комплексного глобального подхода, который предполагает переосмысление пластиковой

«химии», дизайн продуктов, стратегии переработки и потребительское использование. Исследование показало, что Соединённые Штаты отстают от Европы (30%) и Китая (25%) в области переработки. Утилизация в США осталась на уровне 9% с 2012 года, а лидирующие страны по объёмам неутилизированных пластиковых отходов занимают Китай, Индонезия, Филиппины, Вьетнам, Шри-Ланка, Таиланд [12]. Именно страны Азии обеспечивают 82% пластика, попадающего в океан. Только в последнее время, когда ситуация с пластиком и другим видом мусора обострилась, в некоторых азиатских и африканских развивающихся странах начали разрабатываться программы и мероприятия, сокращающие как использование пластика, так и нацеленные на ликвидацию мусора.

Популярные европейские страны-лидеры по утилизации и переработке пластика – Германия, Швеция и Норвегия. В этих странах экологический менталитет на высшем уровне. Объём переработанного пластика здесь составляет более 40% в год, а объёмы пластика, идущего на свалку не более 3%, что является лучшими показателями в мире [24]. Дело не только в экологической политике государств, но и в экологической культуре населения, которая формируется с самого рождения гражданина.

Даже процедура раздельного сбора в уличные контейнеры доступна не во всех регионах. Если в Северной Америке процент сбора составляет около 100%, то, к примеру, в Африке эта цифра варьируется от 25 до 60% [21]. Причём по оценённым данным около 2 млрд. жителей планеты просто лишены услугой по сбору и вывозу отходов, а как известно, к ним относится и пластик. Если учесть, что 10% ежедневно производимого мусора составляет пластик, то из этого следует, что ежегодно каждый из этих 2 млрд. человек будет причиной утечки около 15 млн. тонн пластиковых отходов [21].

Касаемо России, проблема пластикового загрязнения начинает набирать обороты в осведомлённости у населения. В целом во вторичный цикл попадает ежегодно не более 350 тыс. тонн полимеров, ещё более 4 млн.

тонн - на захоронение, учитывая то, что годовой объём задокументированного захоронения полимерных отходов в России составляет примерно 2,2 – 2,4 млн. т. при общем его производстве в 7 млн. тонн [28].

В целом, в России слабо развита система сбора и переработки отходов. В основном популярность рециклинга недостаточна и по причине несформированной у населения позиции социальной значимости такого процесса как переработка отходов, не говоря уже о технических возможностях предприятий. К тому же, отрасль переработки полимеров в российской нефтехимии считается недостаточно развитой и по причине того, что среднедушевое потребление полимеров в Российской Федерации значительно ниже, чем в развитых странах. Разница в потреблении и считается показателем отсталости отечественной переработки полимеров.

Но поскольку пластик попадает в океан не только через речные системы, но и другими различными способами, для начала необходимо определить, кто производит больше всего пластиковой продукции. На рисунке 4 продемонстрировано распределение мировой пластиковой продукции, на котором опять-таки видно, что лидером являются азиатские страны, производящие 50% пластикового материала от всего мира. На втором месте по производству пластика стоит Европа, она производит 19%, и чуть меньше страны НАФТА – США, Канада и Мексика, производящие 18% от всего объёма пластика в мире. Меньше всего производят страны Африки и Ближнего Востока – 7%, Латинской Америки – 4% и СНГ – 2% [13].

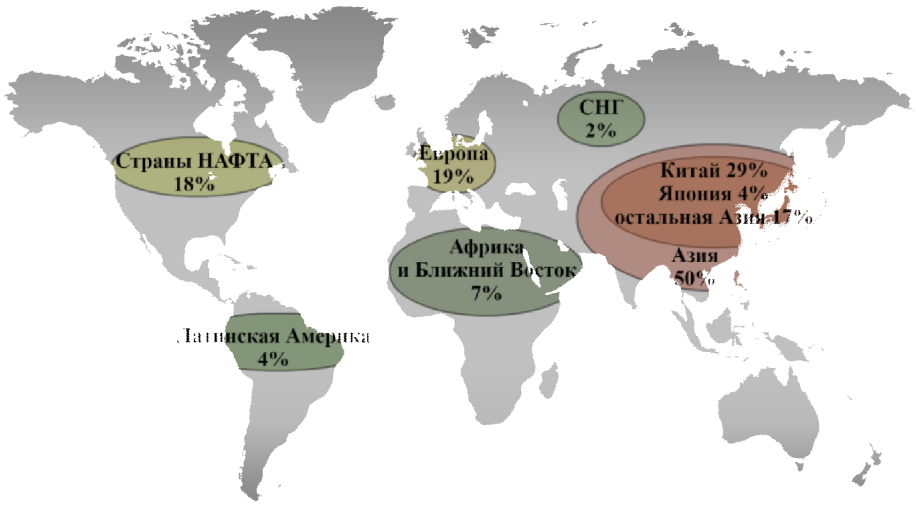


Рисунок 4. Распределение мировой пластиковой продукции по регионам (Рассчитано по: O'Hanlon N., James N. etc., Circular Ocean. 2017)

Как упоминалось, помимо стран Азии, значительный вклад в загрязнение пластиком вносит Европа и США. Однако политика переработки и утилизации там имеет более серьёзную значимость.

В своем докладе «Первичный микропластик в океане» МСОП обнаружил, что во многих развитых странах Северной Америки и Европы, в которых осуществляется эффективное управление отходами, крошечные пластиковые частицы (микропластик) на самом деле являются более значительным источником морского пластикового загрязнения, чем крупные неразложившиеся пластиковые отходы типа бутылок. В ходе исследований было выявлено, что с Северной Америки 140 тыс. тонн в год микропластика и 100 тыс. тонн общего пластикового мусора попадает в океан, Европа в совокупности с Центральной Азией «сбрасывает» 200 тыс. тонн общих пластиковых отходов и 260 тыс. тонн микропластика [13].

Говоря о загрязнении, несомненно, что речь будет идти и об экономической стороне проблемы. Пластиковый морской мусор оказывает существенное экономическое воздействие на прибрежные сообщества. По данным ЮНЕП (2009), растущее загрязнение от прибрежных городских центров создает экологические проблемы, которые угрожают устойчивому

развитию самих городов. Одноразовый пластик создает визуальное загрязнение и становится всё более приоритетным загрязнением, особенно в странах, которые в значительной степени зависят от туризма как основного источника ВВП, таких как малые островные развивающиеся государства. Например, Азиатско-Тихоокеанское экономическое сотрудничество (АТЭС) оценило экономическое воздействие морского пластикового мусора на туризм в размере 1,3 млрд. долларов [25].

В настоящее время половина населения мира живет в 60 км от моря, а 3/4 крупнейших городов расположены на побережьях [12]. На сегодняшний день очень мало информации было сообщено об экономических последствиях морского мусора, но пластиковый мусор вызывает эстетические проблемы и представляет опасность для морской деятельности, включая рыболовство и туризм. Загрязнение пластиком вызывает особую озабоченность в прибрежных городах ещё и потому, что морской мусор может снизить привлекательность района для местных жителей и туристов . К примеру, Гавайские и Мальдивские острова под угрозой сокращения числа туристов и доходов из-за сильного загрязнения морской среды мусором и особенно пластмассой, которые могут повлиять на репутацию местной индустрии туризма.

3 Анализ проблемы пластикового загрязнения с учётом тенденций в социально-экономическом развитии некоторых стран и рекомендации по решению данной проблемы

3.1 Тенденции в социально-экономическом развитии некоторых стран

Экономическая и социальная составляющие являются первостепенными критериями развитости стран. К комплексным сравнительным показателям, на которых можно основываться при выводе о развитии какой-либо страны, относятся Индекс Развития Человеческого Потенциала (ИРЧП), ещё более важный - Индекс Человеческого Развития с учётом неравенства (ИЧРН) и макроэкономический показатель ВВП (ВНП). В зависимости от величины, эти показатели демонстрируют уровень экономики, отличия между странами различной степени развития, а также воздействие экономики на качество жизни, опираясь на таких критериях, как ожидаемая продолжительность жизни, уровень грамотности населения (образование) и уровень жизни, оценённый через валовый национальный продукт, с учётом неравенства в распределении здоровья, образования и дохода (для ИЧРН).

Принято разделять регионы в зависимости от среднего значения ИЧР по следующей градации:

- Очень высокий ИЧР (более 0,8): страны ОЭСР;
- Высокий ИЧР (более 0,7): Восточная и Южная Европа, Центральная Азия, Латинская Америка, Азиатско-Тихоокеанский регион, Карликовые островные развивающиеся страны;
- Средний ИЧР (более 0,6): Арабские страны, Южная Азия;
- Низкий ИЧР (менее 0,6): Чёрная Африка.

Однако использовать Индекс Развития Человеческого Потенциала при оценке развития страны не совсем корректно, поскольку он учитывает её

потенциальные возможности. Для этого подойдёт Индекс Человеческого Развития с учётом неравенства, который отражает фактическое социально - экономическое развитие страны. В этом поможет разница между ИРЧП и ИЧРН, и чем больше неравенство в обществе, тем больш е разница между этими показателями. Наименьшая разница между ИРЧП и ИЧРН, выраженная в потерях (%), представляется в Японии (3,6%) и Европейских странах (Чехия, Финляндия, Словения и т.д. – более 5%), что говорит о наилучшем фактическом уровне жизни в данн ой стране, а не потенциальном. Наибольшая разница представлена в Африканских странах (Нигер – 29%, ЦАР – 42%, Коморы – 45%). В России потери составляют 9,5%, в то время как в США 13,8%, и находятся они среди всех стран по показателю ИРЧН на 40 и 24 месте соответственно, пропуская вперёд большинство стран Европы, а также Канаду и Австралию [19].

Несомненно, чем выше показатель ИЧРН, тем более вероятно то, что в стране хорошо развит экологический менталитет и экономика, и соответственно политика в сфере отходов.

Согласно данным проведённого исследования [27], за последние 70 лет человечество произвело более 7 миллиарда тонн пластмассы. В 2016 году производство пластмассы перешло порог в 400 млн. тонн ежегодного. Но так же, как и в 2017, чуть более половины – 53% ушло на полигоны и захоронение в окружающую среду. Сжигается 32% от этого количества и лишь 22% идёт в рециклинг (рис. 5).

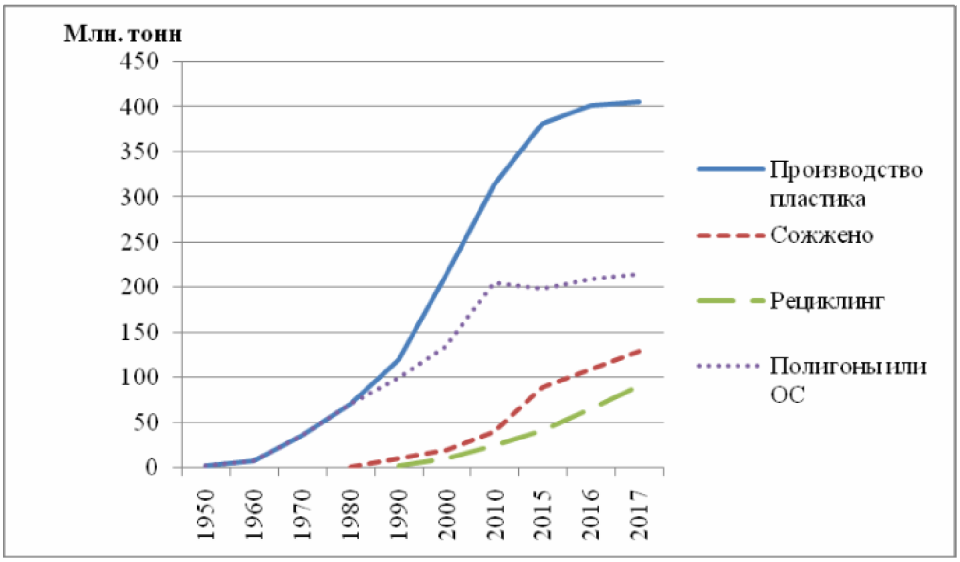


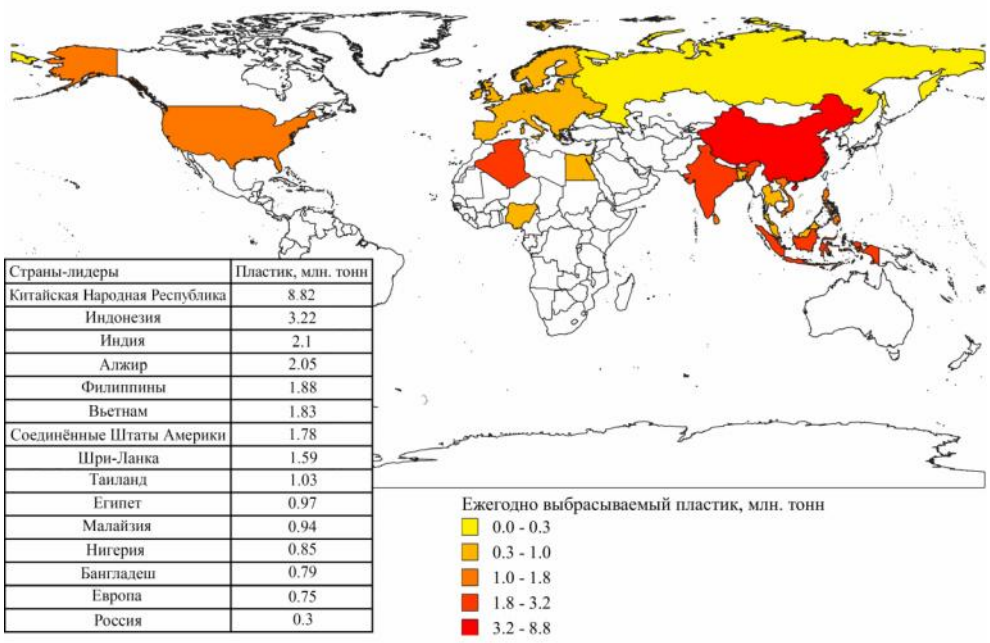
Рисунок 5. Общее количество производимого пластика в мире, его рециклинг, сжигание и утилизация: 1950–2017 г.г.

(Рассчитано по: Geyer, R., J. Jambeck and K. Law Production, use, and fate of all plastics ever made // Science. 2017)

Какие промышленные сектора используют в большей степени полимеры? Во всём мире именно упаковка является ведущим сектором использования пластика (рис. 6). Более 150 млн. тонн пластмассы идёт на упаковочный материал, который используется человеком в среднем не дольше 15 минут. Строительство и текстиль также занимают лидирующие позиции (65 и 59 млн. тонн) [8].

Рисунок 6. Мировая пластиковая продукция по промышленным секторам (Рассчитано по: Steiner A. Beat Plastic Pollution, 2014. UNEP Report)

Как уже говорилось, основная часть пластикового мусора с капливается у прибрежных районов, откуда в результате туристской деятельности, природных катастроф и других воздействий, попадает напрямую в Мировой океан. Стоит также отметить зависимость производства пластика и образованием отходов. То есть страны, произ водящие большее количества полимеров, а это Китай, США, Европа и другие страны Азии, вносят равносильный вклад в образование из них отходов. Всё это продемонстрировано на рисунке 7.



Страны-лидеры	Пластик, млн. тонн
Китайская Народная Республика	8.82
Индонезия	3.22
Индия	2.1
Алжир	2.05
Филиппины	1.88
Вьетнам	1.83
Соединённые Штаты Америки	1.78
Шри-Ланка	1.59
Таиланд	1.03
Египет	0.97
Малайзия	0.94
Нигерия	0.85
Бангладеш	0.79
Европа	0.75
Россия	0.3

Рисунок 7. Страны-лидеры по количеству выбрасываемого пластика (Рассчитано по: Jambeck J., Geyer R. Plastic waste inputs from land into the ocean // Science. 2015. №347. С. 768-770)

Из того количества выбрасываемого регионами пластика около 10 млн. тонн попадает в океан (рис. 8) [11]. А вносят больший вклад всё те же страны Азии и Африки, в которых не развито управление отходами или оно отсутствует.

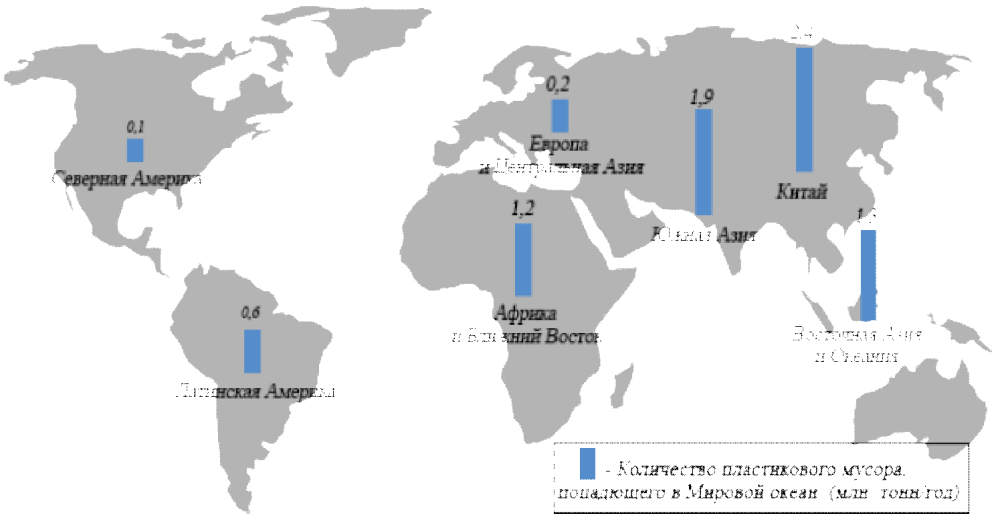


Рисунок 8. Ежегодное поступление пластикового мусора в Мировой океан по регионам

(Рассчитано по: Jambeck J., Geyer R. Plastic waste inputs from land into the ocean // Science. 2015. №347. С. 768-770)

Общее число ежедневно выбрасываемых пластиковых изделий в США, ЕС, Норвегии и Китае достигает 37 тысяч тонн, а в России — примерно 10 тысяч тонн.

Основываясь на статистических данных [27], был составлен график среднего ежедневного образования пластиковых отходов на человека, что представлено на рисунке 9. Измеряется в килограммах на человека в день и демонстрирует общий уровень образования пластиковых отходов на душу населения до обращения с отходами, переработки или сжигания (не указывает непосредственно на риск загрязнения водных путей или морской среды).

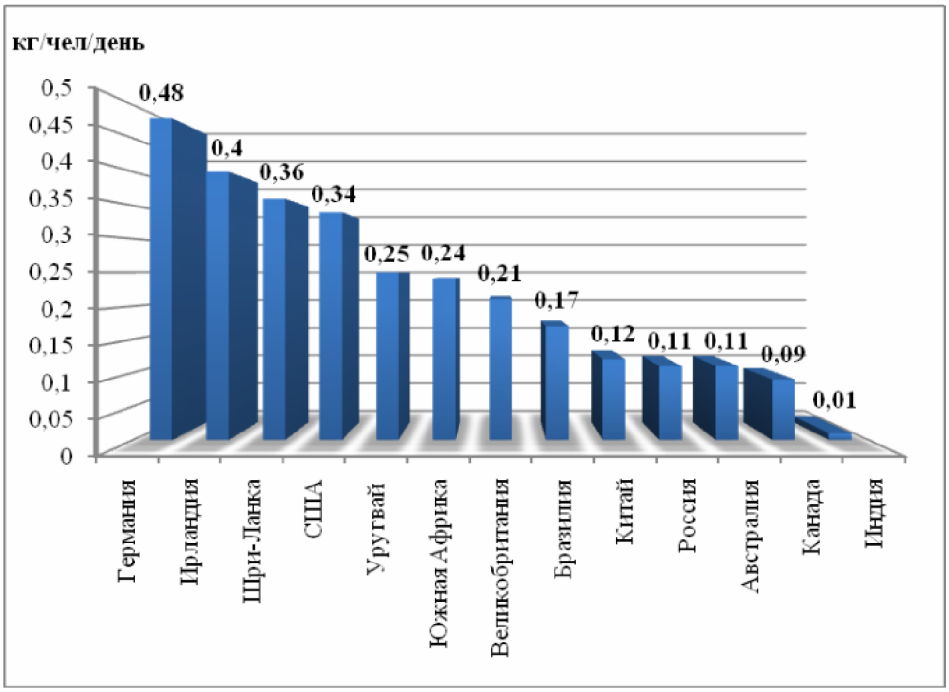


Рисунок 9. Ежедневное образование пластиковых отходов на душу населения (Рассчитано по: Geyer, R., J. Jambeck and K. Law Production, use, and fate of all plastics ever made // Science. 2017)

Больше всего образование на душу населения пластиковых отходов отмечено в Германии и Ирландии, оно составляет 0,48 и 0,4 кг в день на человека. То есть за год от одного человека в этих странах будет образовываться около 175 кг пластиковых отходов. Также не стоит забыва ть о количестве населения анализируемых стран, поскольку в Китае общее количество пластиковых отходов в стране может быть больше из -за численности населения. В России образование пластиковых отходов невелико пропорционально и самому потреблению полимерных изделий по сравнению с развитыми странами Европы, а также США, и составляет всего 40 кг в год на 1 человека.

Проанализируем долю образования твёрдых бытовых отходов (ТБО) по данным статистики [26] (рис. 10).

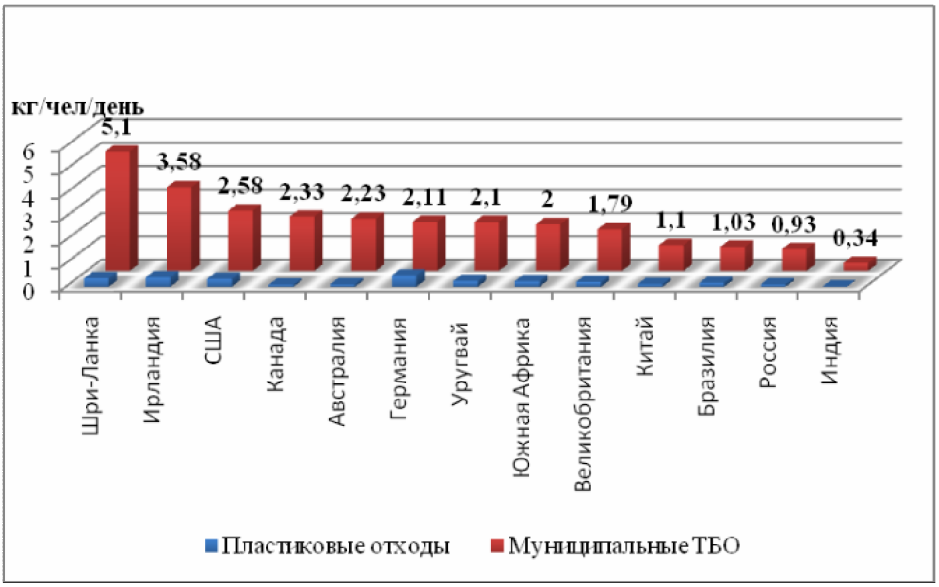


Рисунок 10. Ежедневное образование муниципальных ТБО на душу населения

(Рассчитано по: Kaza S., Yao L. et al. What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, 2018)

Несмотря на то, что по количеству образования пластиковых отходов на душу населения лидировала Германия, говоря о полном образовании ТБО, первую позицию занимает Шри-Ланка, в которой в среднем на 1 человека в сутки образуется 5 килограммов отходов.

В общей структуре твёрдых бытовых отходов пластиковые занимают в среднем не более 10% (рис. 11).

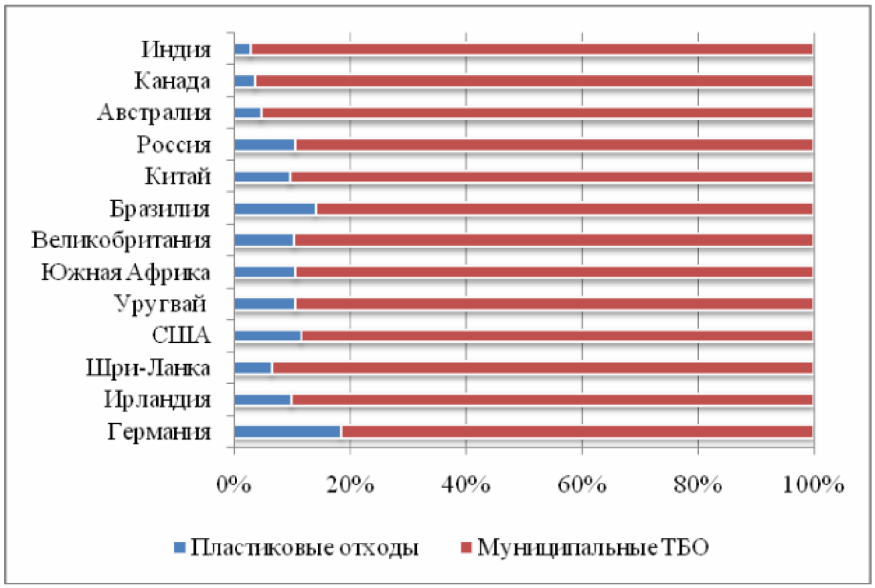


Рисунок 11 Доля пластиковых отходов в структуре ТБО

(Рассчитано по: Kaza S., Yao L. et al. What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, 2018)

Наибольший процент отходов от полимеров приходится на Германию (19%), Бразилию (18%) и США (16%).

Как упоминалось выше, экономика России характеризуется сравнительно невысоким уровнем производства и потребления полимерных материалов в сравнении с развитыми странами мира. Но, как и во всём мире, производство пластика всё равно растёт с каждым годом. К примеру, производство пластмасс в России с 2010 (4,96 млн. тонн) по 2017 год (7,79 млн. тонн) увеличилось на 57%, и будет продолжать расти [29] (рис. 12).

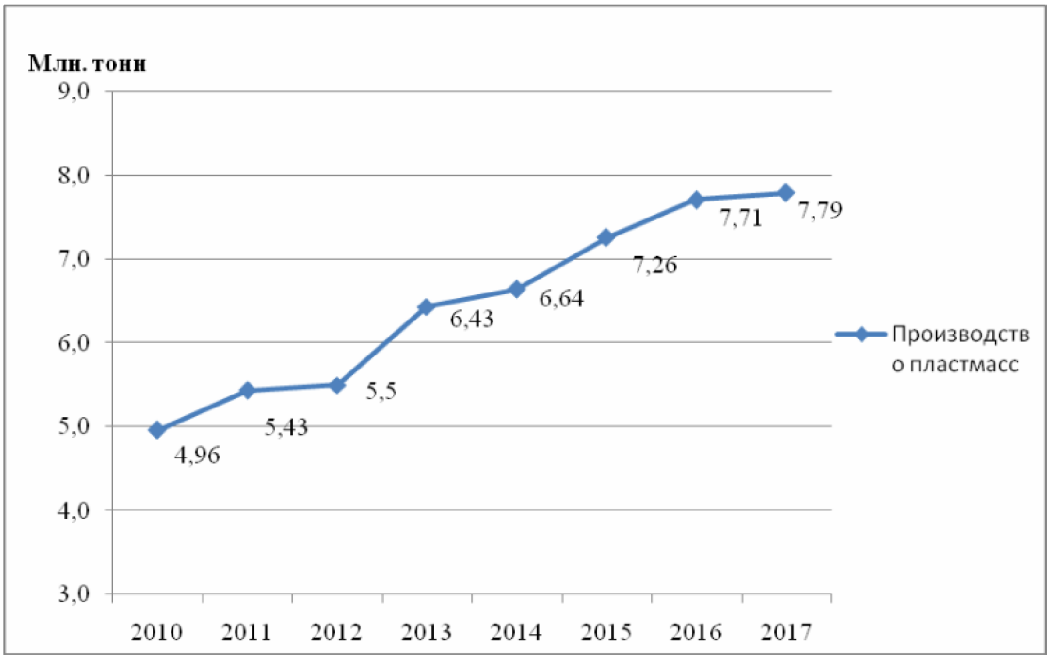


Рисунок 12. Динамика производства пластмасс в Российской Федерации за 2010-2017 г. г., согласно данным Росстата

Российская Федерация, в составе СНГ, в общей структуре мирового производства пластика занимает далеко не лидирующую позицию и составляет всего 3% (или примерно 8 млн. тонн пластика ежегодно, что более чем в 5 раз отстаёт от стран-лидеров) (рис. 13).

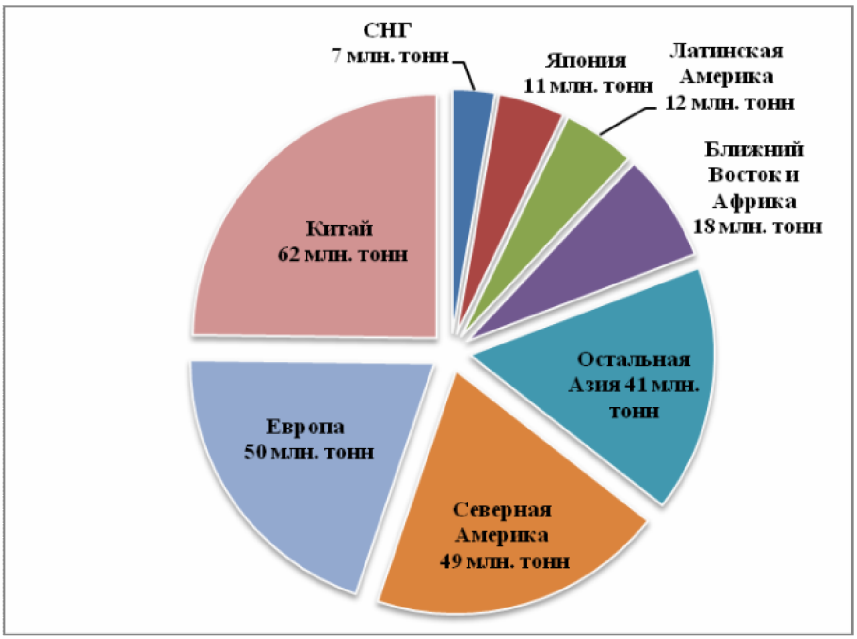


Рисунок 13. Вклад регионов в производство полимеров

(Рассчитано по: Geyer, R., J. Jambeck and K. Law Production, use, and fate of all plastics ever made // Science. 2017)

Очевидно, что страны-лидеры по производству пластмассы - это Китай - 62 млн. тонн пластика ежегодно или вклад составляет 25%, Европа - 50 млн. тонн, 20% и Северная Америка - 49 млн. тонн и также 20% вклад в мировое производство полимеров. Остальная Азия вносит вклад в мировое производство в расчёте 16%, также Ближний Восток и Африка (7%), Латинская Америка (5%), Япония (4%) и страны СНГ с вкладом 3%.

И хотя Соединенные Штаты, Япония и многие европейские страны производят значительные объёмы пластиковых отходов, они также относительно хорошо справляются с ними. Около половины всех пластиковых отходов, которые попадают в океаны, поступают только из пяти стран: Китая, Индонезии, Филиппин, Таиланда и Вьетнама. В этих странах наблюдается быстрый экономический рост, который снижает уровень бедности и улучшает качество жизни сотен миллионов людей. Но по

мере роста экономики, бум потребления - использование пластмассовых изделий.

Как уже говорилось, есть некая зависимость между качеством жизни в стране и образованием в ней отходов. Чем более развита страна, тем выше уровень экономики, а соответственно и отходов в ней будет больше, даже несмотря на то, что там может существовать устойчивая политика в области обращения с отходами.

Поскольку производство влечёт за собой образование отходов, необходимо проанализировать, сколько составляет их количество в России (рис. 14). Здесь также, объём производства гораздо выше объёма утилизации, переработки (в переработку возвращается не более 6 – 8 % полимерных отходов.) [29].

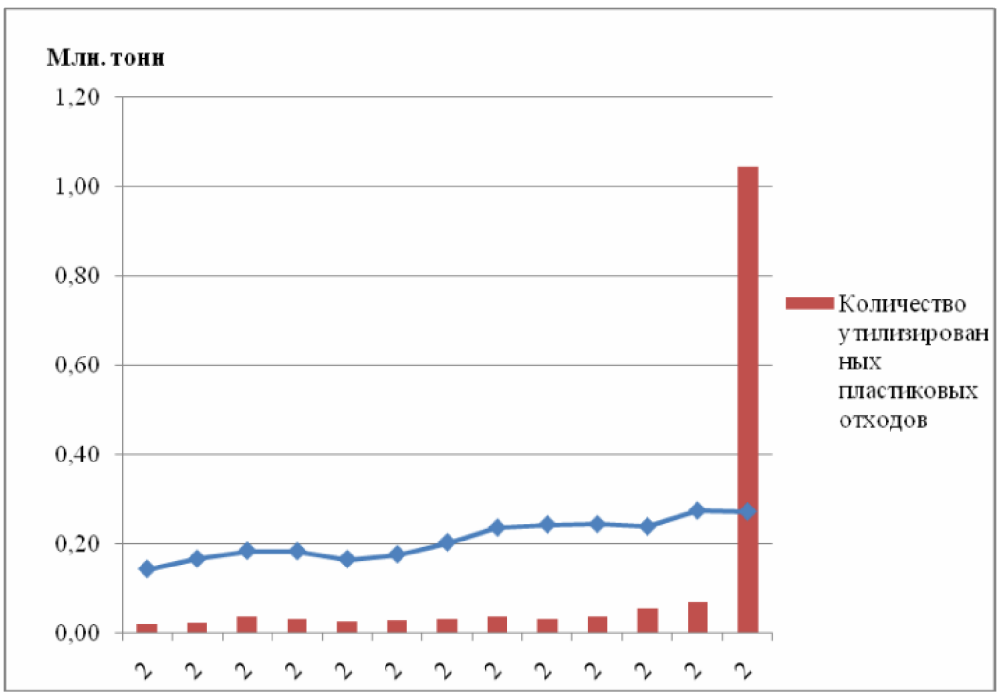


Рисунок 14. Тенденция образования и утилизации пластиковых отходов на территории Российской Федерации в период 2005-2017 г. г., согласно данным Росстата

Видно, что, как и само производство пластиковых материалов, так и количество образовавшихся пластиковых отходов с каждым годом росло, но, не смотря на это, их утилизация в России технически несовершенна вплоть до 2017, где количество утилизированных пластиковых отходов составило более 1 млн. тонн, что говорит о дополнительной утилизации за прошлые года.

Как видно на рисунке 15, параллельно производству пластмасс происходит и образование отходов. Темпы утилизации пластиковых отходов также растут, и таким образом, можно говорить о попытке утилизации того количества пластмассы, которое было накоплено за предыдущий период. Такая картина может быть представлена ввиду отсутствия единой системы учёта образования и утилизации отходов.

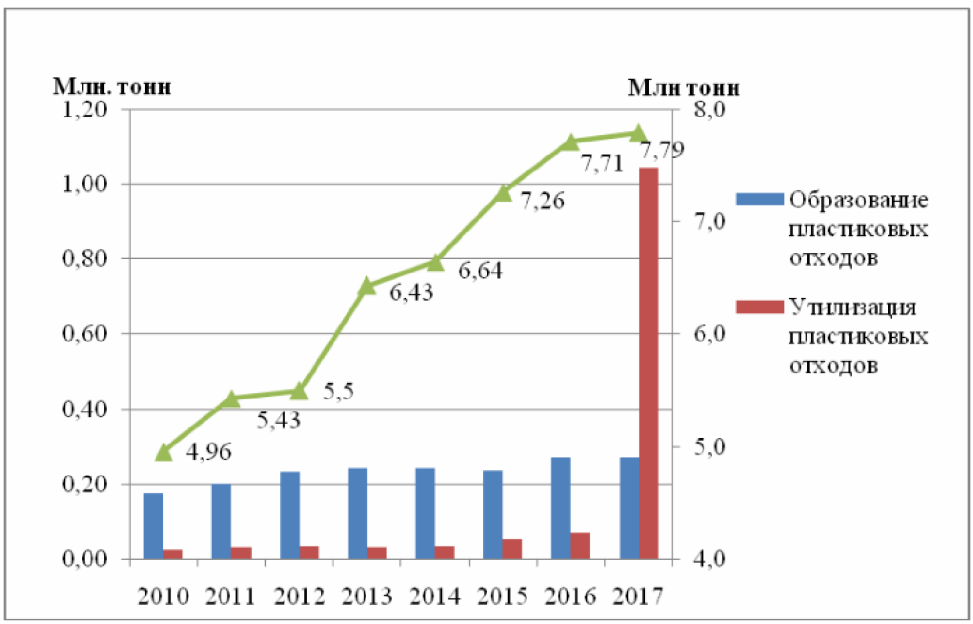


Рисунок 15. Совокупный график производства пластмассы и образования, утилизации пластиковых отходов на территории Российской Федерации, согласно данным Росстата

Для России прослеживается тенденция, в ходе чего можно сделать вывод об, вероятно, отсутствии регистрации некоторого количества

пластиковых отходов, которое должно образовываться в результате производства. С другой стороны на фоне роста объёмов производства, пластмасса остаётся долговечным материалом, и график, продемонстрированный на рисунке 15, может показывать производство полимерной продукции, предназначенного не для одноразового использования, а, например, для строительного или другого сектора, для которого не требуется скоросрочная его утилизация. Возможное расхождение такого количества образования пластиковых отходов от самого производства может состоять ещё в изменениях самого стандарта их учёта. В целом необходимо создать систему единого и более детального учёта образования и утилизации отходов, поскольку по официальным данным невозможно сделать однозначный вывод о тенденции.

3.2 Выводы и рекомендации по решению проблемы пластикового загрязнения в глобальном масштабе

Загрязнение пластиковым мусором приобрело глобальную значимость. Различные типы пластика разлагаются на микрочастицы в окружающей среде сотни лет, а морские и прибрежные экосистемы лишаются своих обитателей.

На сегодняшний день множество секторов промышленности используют пластиковые изделия. По мере приближения конца срока эксплуатации, что порой составляет не более 10 минут, образуются и отходы. Подсчитано, что ежегодно в Мировой океан поступает 10 млн. тонн пластиковых отходов, 80% которых от наземной деятельности.

Загрязнение распространяется по Мировому океану, рекам, озёрам, также ему подвержен и атмосферный воздух, поскольку при разложении пластмассы выделяются парниковые газы, а учитывая объём накопившегося пластика в природной среде, это может стать ещё одной причиной глобального потепления. Это в свою очередь затронет и арктические

регионы, ведь даже там просматривается тенденция к накоплению пластиковых отходов в результате постепенного таяния.

После создания первых полимеров в середине прошлого столетия, их мировое производство увеличилось более чем в 200 раз к настоящему дню. По мере роста производства, возрастают объёмы образования отходов. Борьба с данной проблемой осуществляется на общественном, государственном и международном уровнях. Последний в себя включает соответствие целям стратегии устойчивого развития, которые были приняты более 120 странами. Запрет на производство и использование одноразовых пластиковых изделий принимается давно многими правительствами, а изменение и совершенствование политики в области обращения с отходами является первым шагом на пути к решению проблемы загрязнения пластиком.

Проследить тенденцию образования пластиковых отходов в различных странах возможно с точки зрения социально-экономического аспекта. Наиболее развитые страны, как правило, обладают экономическими, а соответственно и техническими возможностями в сфере обращения с отходами производства и потребления. На сегодняшний день в большинстве стран слабо развита культура обращения с отходами. В развивающихся странах, которые и являются главными загрязнителями, возможность переработки ограничена именно по экономическим причинам. Однако переработка отходов и есть ключ к экономическому развитию страны, поскольку это даёт такие преимущества как образование новой отрасли экономики, а вследствие и увеличение числа рабочих мест, и сама экономия производства.

Определить социально-экономическое развитие страны можно исходя, например, из значения Индекса Человеческого Развития. Так, наименьший показатель будет у стран Чёрной Африки, но, не смотря на это, политические инструменты решения проблемы пластикового загрязнения будут иметь там наиболее широкое распространение, чем в остальных регионах. Именно

Африка является лидером по количеству стран, принявших запреты на одноразовую пластиковую продукцию. Это может следовать о том, что при низкой развитости экономической стороны страны, политическая может активно решать вопрос с отходами.

Помимо экономического аспекта, непосредственную роль, как уже упоминалось, играет политический. Здесь подразумевается национальный или региональный запреты на производство и использование одноразового пластика, поощрение компаний, установивших статус безотходного производства, и придерживающихся экологической политики с её постоянным совершенствованием.

Ещё одним из вариантов решения проблемы может стать реализация концепции «Ноль отходов» («Zero waste», концепция «ответственного потребления»).

Нулевые отходы означают 100% ресурсосберегающую экономику, в которой, как и в природе, материальные потоки носят циклический характер, и всё безвредно используется или рециркулируется обратно в общество или природу.

Ключевой принцип данной концепции заключается в том, что он определяет «отходы» как нечто, что просто неприемлемо. Вместо споров о том, что такое «разумный» уровень отходов, концепция делает упор на создание мира без отходов. Нулевые отходы основаны на понимании того, что все материалы, которые мы используем, являются ресурсами, и отходы, как устоявшийся термин сегодня, перестанут существовать, потому что всё будет рассматриваться как ресурс. На практике же это означает минимизацию отходов во время производства, либо отказ от покупки произведённого товара, а также разработку продуктов, которые могут быть повторно использованы или переработаны в конце срока их эксплуатации.

Каковы реалии осуществления данной концепции в мире и России? За рубежом такая идея давно и активно поддерживается, особенно в странах Евросоюза. Различные правительства даже объявили нулевые отходы своей

целью. Например, этим озадачилась ещё в 2002 году Новая Зеландия и Япония, а многие американские компании на сегодняшний день имеют статус безотходного.

Немало людей, которые отказываются от традиционных пластиковых продуктов. Используя многоразовые мешочки и игнорируя упакованные в пластик товары, так люди придерживаются концепции ответственного потребления.

Ещё до настоящего времени в СССР уже существовала идея безотходного производства, которую начали заимствовать зарубежные страны. По сути, СССР можно назвать инициатором такой концепции, которая называлась «безотходная технология». Сегодня в России слабо развита культура обращения с отходами и практика раздельного сбора. Идёт перестройка и внедрение заново идеологий и техник в системе сбора, обработки, утилизации. Однако в России находятся активисты и просто заинтересованные люди. «Экомаркеты», становятся модой, экология набирает популярность, а соответственно повышается осведомлённость населения. Например, в Санкт-Петербурге и других городах имеется десяток магазинов, которые поддерживают концепцию «ноль отходов». В их продукции нет упаковочного материала и пластиковых пакетов, а только многоразовые экомешочки и тара, к тому же ассортимент таких магазинов представлен в основном на развес. Также в большинстве из магазинов установлены контейнеры для раздельного сбора.

Такой идеологии как «ноль отходов» в России нужна поддержка не только на общественном, но и на государственном уровне. Принятие законопроектов, нормативных актов, нацеленных на минимизацию отходов и вовлечение их во вторичную переработку, отказ от традиционной пластиковой продукции и полное внедрение раздельного сбора - всё это, подобно странам зарубежья, будет иметь рациональность, начиная с экологии, заканчивая экономикой.

Чтобы сформулировать дальнейшие выводы о поступлении и накоплении пластика в окружающей среде от различных стран, необхо димо иметь представление и учесть основные причины этой проблемы:

1. Плохая система управления / утилизации отходов (или е ё вообще нет);
2. Пластиковый мусор из городов и промышленных центров поступает непосредственно в реки и моря с неочищенными сточными водами;
3. Микропластик, в силу своих размеров, не фильтруется водоочистными сооружениями;
4. Рыболовные сети и лески утраче ны или намеренно брошены в водные объекты;
5. Потерянные грузы и корабельные материалы;
6. Незаконный сброс мусора в водные объекты;
7. Катастрофы: обломки и мусор, выброшенные в море в результате ураганов, наводнений и цунами.

Базируясь на полученных результатах исследования, можно сделать следующие выводы о мировой тенденции в загрязнении пластиком:

1. Производство полимеров возрастает с каждым годом пример но на 5%. Если дальше такая динамика будет соблюдаться, то к середине 21 века может ожидаться производство количества пластика, оцениваемого в несколько миллиардов тонн.
2. Ежегодно в Мировой океан поступает в среднем 10 млн. тонн пластиковых отходов, причём 80% пластикового мусора поступает с суши. Прибрежные районы и города, а также реки в большей степени вносят вклад в образование и поступление отходов в воды Мирового океана.
3. Доля основных загрязнителей приходится на Азию и часть Африки, не смотря на то, что последняя является лидером по национальным запретам на производство и использование пластиковых изделий. Европейские страны и США в силу своей высокоразвитой экономики, а не

отсутствия политики в области обращения с отходами, также вносят свой значительный вклад в загрязнение.

4. Процент мировой переработки и утилизации пластика, в свою очередь, не превышает 22%. Связано это в большей степени с недостаточным развитием и недостаточной модернизацией научно-технической базы, а также неравенством в экономическом развитии разных стран.

5. На данный момент реализуется практика по борьбе с пластиковым загрязнением, начинают набирать обороты различные технологии, направленные как на ликвидацию уже имеющегося в Мировом океане пластика, так и образующихся пластиковых отходов производства и потребления.

Что нужно сделать для сокращения пластикового мусора? Базовое решение проблемы пластика в Мировом океане - более подробное наблюдение за динамикой океана и морскими поверхностными течениями в частности.

Но и прежде всего, компании, использующие в своём производстве пластик, должны подумать дважды перед использованием дорогой исходной пластмассы. Сейчас идёт работа над выпуском более лёгких бутылок, содержащих больше переработанного пластика. В бутылках из тонкой пластмассы используется на 30 процентов меньше сырья, а их форму поддерживает находящаяся внутри вода или другая жидкость. Для промышленности по производству бутылок такая экономия сырья означает сокращение расходов на полтора миллиарда долларов в год, не смотря даже на то, что переработка дороже использования первичного полимерного сырья. Учёные уверены, что это, несомненно, положительный шаг для бизнеса и окружающей среды. Это именно то, что нужно, не просто переработка, а меньше пластика.

Осведомлённость населения и экологическая грамотность также относится к решению данной проблемы, но без финансирования государства и другой его поддержки, экологизация страны затрудняется.

Заключение

В ходе данной работы была исследована проблема пластикового загрязнения в глобальном масштабе, которая является актуальной экологической проблемой в современном мире. Анализ литературных и статистических данных был проведён с точки зрения различных аспектов.

В ходе работы была рассмотрена основа проблемы загрязнения пластиком окружающей среды, а именно теоретические сведения о пластиковых материалах, их источники и механизм попадания в Мировой океан, реки, озёра. Было выявлено, что пластиковые отходы участвуют в загрязнении не только водных объектов, но и атмосферного воздуха, а также была выявлена их распространённость в арктической и антарктической зонах.

В процессе исследования было установлено, что существуют различные пути решения данной проблемы, к которым можно отнести международные инициативы, национальные политические инструменты, мониторинг различного уровня и проектные решения общественности.

Был проведён анализ проблемы пластикового загрязнения с учётом тенденций в социально-экономическом развитии ряда стран, что показало явные различия в их вкладе в загрязнение. Анализ полученных результатов исследования показал, что наибольший вклад в загрязнение пластиковыми отходами вносят страны Азии и Африки, вероятно в силу того, что страны данных регионов не обладают хорошим регулированием в сфере обращения с отходами и не имеют наилучших технологий для их переработки ввиду своего темпа экономического развития. Высокоразвитые страны, такие как Европа и США вносят чуть меньший вклад в загрязнение, однако там практически не существует проблемы, связанной с утилизацией и переработкой отходов.

Сравнение России с другими странами показало её невысокую степень развития как в научно-техническом аспекте, так и политическом. На сегодняшний день Россия пытается следовать примеру европейских и других стран с высокоразвитым экологическим менталитетом. Она находится на этапе внедрения законопроектов и активного просвещения населения данной экологической проблемой. Однако, наблюдается расхождение количества образования пластиковых отходов и самого производства пластиковых изделий, что говорит об изменениях самого стандарта их учёта. В целом необходимо создать систему единого и более детального учёта образования и утилизации отходов, поскольку по официальным данным невозможно сделать однозначный вывод о тенденции.

На основе проанализированной информации можно сформулировать рекомендации по решению проблемы загрязнения пластиковыми отходами, которые представляют собой идею отказа от потребления не перерабатываемого пластика и поиск его альтернатив, с ведения до минимума объёмов образования отходов, развивая при этом возможности технологий его переработки, и попытку внедрения концепции «ноль отходов», заключающейся в ресурсосберегающей экономике.

Список литературы

1. Windeck C. Monitoring and Mapping Microplastics in Marine Ecosystems, 2018 - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.gislounge.com/monitoring-mapping-microplastics-marine-ecosystems/ . Дата обращения 15.11.18;
2. Наука за рубежом. Переработка пластмасс: Оценка рынка и перспективы - [Электронный ресурс]: Научный журнал / Л. К, Пипия, А. Г. Елкин., 2018 - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.issras.ru/global_science_review/Nauka_za_rubejom_n75.pdf . Дата обращения: 20.11.18;
3. Познавательный экологический портал Keep Truckee Green - [Электронный ресурс]. - Known Health Hazards of Plastics- Электрон. текст. дан. - URL: https://www.keeptruckeegreen.org/known-health-hazards-of-plastics-1-7/ . Дата обращения 11.12.18;
4. Познавательный экологический портал Sustainable Baby Steps - [Электронный ресурс]. - 7 Types of Plastics, Where You'll Find Them, and Which You Should Avoid - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.sustainablebabysteps.com/types-of-plastics.html . Дата обращения 24.12.18;
5. Thompson R. C., Mitchell P. Lost at Sea: «Where is all the plastic?», 2014 - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.researchgate.net/publication/8575062_Lost_at_Sea_Where_Is_All_the_Plastic . Дата обращения 12.01.19;
6. Наука и жизнь. Почему морской пластик падает на дно - [Электронный ресурс]: Научный журнал / К. Стасевич, 2017 - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.nkj.ru/news/31960/ . Дата обращения 24.01.19;
7. Heinrich Böll Foundation Schleswig-Holstein, the Heinrich Böll Foundation, the University of Kiel's Future Ocean Cluster of Excellence. Ocean Atlas,

2017. p.16-22 - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. – URL: https://www.boell.de/en/oceanatlas . Дата обращения 26.01.19;

8. Steiner A. Beat Plastic Pollution, 2014 - [Электронный ресурс]: UNEP Report - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.unenvironment.org/interactive/beat-plastic-pollution/ . Дата обращения 1.02.19;
9. Zettler E., the Smithsonian Institution. The “Plastisphere:" A new marine ecosystem, 2013 - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://ocean.si.edu/ocean-life/plastisphere-new-marine-ecosystem . Дата обращения 7.02.19;
10. Новостной портал RT - [Электронный ресурс]. - Группа писка: как комары распространяют микропластик по планете - Электрон. текст. дан. - URL: https://russian.rt.com/science/article/556298-komary-mikroplastik . Дата обращения 11.02.19;
11. Jambeck J., Geyer R. Plastic waste inputs from land into the ocean, 2015. p. 768-770 - [Электронный ресурс]: Научный журнал Science, 347 - Электрон. текст. дан. – URL: https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/Calendar_2011_03_AMERICANA/Science-2015-Jambeck-768-71__2_.pdf . Дата обращения 27.02.19;
12. Fabres J., Savelli H. et al. Marine Litter Vital Graphics, 2016 - [Электронный ресурс]. – UNEP, GRID-Arendal - Электрон. текст. дан. - URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9798/-Marine_litter_Vital_graphics-2016MarineLitterVG.pdf.pdf . Дата обращения 14.03.19;
13. O’Hanlon N., James N. etc. Seabirds and marine plastic debris in Ireland: A synthesis and recommendations for monitoring - [Электронный ресурс]. - Circular Ocean, 2017 - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.circularocean.eu/wp-content/uploads/2017/10/Circular-Ocean_Ireland_SeabirdsPlastic_May2017.pdf . Дата обращения 17.03.19;

14. Образовательный портал EcoBeing - [Электронный ресурс]. - Океанические мусорные острова — новое достояние цивилизации - Электрон. текст. дан. - URL: http://ecobeing.ru/articles/ocean-garbage-patches/ . Дата обращения 20.03.19;
15. Образовательный журнал GEO - [Электронный ресурс]. – 20 стран, загрязняющих океан пластиком - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.geo.ru/ekologia/231211-20-stran-bolse-vsego-zagraznausih-okean-plastikom . Дата обращения 24.03.19;
16. Thevenon F., Carroll C. The Characterization of Marine Plastics and their Environmental Impacts, Situation Analysis Report. Plastic Debris in the Ocean. Gland, Switzerland: IUCN, 2014. 52 pp - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-067.pdf . Дата обращения 1.04.19;
17. Образовательный журнал GEO - [Электронный ресурс]. – 20 стран, загрязняющих океан пластиком - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.geo.ru/ekologia/231211-20-stran-bolse-vsego-zagraznausih-okean-plastikom . Дата обращения 3.04.19;
18. Mitchell K. Monitoring Plastic Pollution in the Oceans, 2015 - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.prescouter.com/2015/11/monitoring-plastic-pollution-in-the-oceans-promising-technologies/. Дата обращения 5.04.19;
19. Новостной портал BBC NEWS - [Электронный ресурс]. - Семь графиков, объясняющих, почему пластик в океане это плохо - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.bbc.com/russian/features-42307854 . Дата обращения 9.04.19;
20. Официальный сайт ЦУР - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300 Дата обращения 10.04.19;

21. Сахаров А.Г., Колмар О.И. (2019) Перспективы реализации Целей устойчивого развития ООН в России // Вестник международны х организаций. Т. 14. № 1. С. 189 –206 https://iorj.hse.ru/data/2019/04/09/1176093857/Сахаров,%20Колмар.pd f . Дата обращения 11.04.19;
22. MIO-ECSDE, DeFishGear WPL. Methodology for Monitoring Marine Litter on Beaches, 2013. p. 7-13 Дата обращения 11.04.19;
23. Официальный сайт экологического проекта The Ocean Clean Up - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.theoceancleanup.com/great -pacific-garbage-patch/ . Дата обращения 17.04.19;
24. The Secretariat of the Basel Convention. Vital Waste Graphics 3, 2012 - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.envsec.org/publications/vitalwaste_br_1.pdf . Дата обращения 19.04.19;
25. Официальный сайт ЮНЕП - [Электронный ресурс]. - Single-Use Plastic. A Road for sustainability, 2018 - Электрон. текст. дан. - URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePla stic_sustainability.pdf . Дата обращения 19.04.19;
26. Kaza S., Yao L. et al. What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, 2018 - [Электронный ресурс]. - Электрон. текст. дан. - URL: https://openknowledge.worldbank .org/bitstream/handle/10986/30317/97814 64813290.pdf . Дата обращения 21.04.19;
27. Geyer, R., J. Jambeck and K. Law. Production, use, and fate of all plastics ever made, 2017 - [Электронный ресурс]. – Научный журнал Science - Электрон. текст. дан. - URL: https://www.researchgate.net/publication/318567844_Production_use_and_f ate_of_all_plastics_ever_made . Дата обращения 3.05.19;

28. Rupec. Информационно-аналитический центр - [Электронный ресурс]. – Рециклинг полимеров в России: настоящее и будущее - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.rupec.ru/analytics/36881/ . Дата обращения 10.05.19;
29. Федеральная служба государственной статистики - [Электронный ресурс]. – Оф. сайт - Электрон. текст. дан. - URL: http://www.gks.ru/ . Дата обращения 15.05.19.