

Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет



НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

***ЛОМОНОСОВСКИЕ  
ЧТЕНИЯ***

***СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ***

***Подсекция  
инженерной и экологической геологии***

Руководитель – зав. кафедрой, профессор Трофимов В.Т.

СБОРНИК  
ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Москва  
2020

## Содержание:

1. Как мы себя чувствуем?! Результаты эксперимента А.Д. Жигалин, Е.В. Саввина, В.В. Сазонова . . . . .	2
2. Состав и строение песчаных грунтов урочища «Чарские пески» С.Д.Балькова, А.Е.Харламова . . . . .	6
3. Концепции управления человеком природной средой: цивилизационный аспект В.А.Королёв . . . . .	10
4. Современные материалы, используемые при строительстве полигонов ТКО И.А. Родькина, Е.Н. Самарин . . . . .	15

## КАК МЫ СЕБЯ ЧУВСТВУЕМ?! РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

А.Д. Жигалин<sup>1</sup>, Е.В. Саввина<sup>2</sup>, В.В. Сазонова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт физики Земли РАН; МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, [zhigalin.alek@yandex.ru](mailto:zhigalin.alek@yandex.ru);*

<sup>2</sup> *ГОУ Брянский базовый медицинский колледж, Брянск;*

<sup>3</sup> *Российский государственный геологоразведочный университет, Москва*

Представлены результаты эксперимента, проведенного в 2019 г. целью выявления влияния природных факторов на самочувствие и психико-физиологическое состояние людей в городских условиях.

Солнце представляет собой природный постоянно действующий термоядерный реактор, который непрерывно посылает землянам, животным и растениям необходимые для жизни электромагнитное (свет и тепло) и корпускулярное (в виде частиц) излучение. При население Земли тоже имеет «свою долю» в общем потоке приходящей солнечной энергии.

По мере формирования и развития современной технократической цивилизации, которую есть все основания считать техногенным компонентом ноосферы, все больше обнаруживается влияние на живое, и в том числе человека, факторов техногенного воздействия, суммирующееся с эффектами влияния сил природы. С целью определения, каким образом, именно, излучаемая Солнцем энергия оказывает влияние на человеческий организм, авторами в весенне-летний период с мая по август месяцы 2019 г. был проведен геофизический и эколого-медицинский эксперимент, результаты которого послужили основой представленного материала.

### **Оценка влияния природных факторов**

Время проведения эксперимента с 01.05.2019 по 31.08.2019 г. В эксперименте на основе добровольности приняли участие 29 человек пяти возрастных категорий: I группа – с рождения до 17 лет, II группа – с 17 до 25 лет, III группа – с 25 до 55 лет, IV группа – с 55 до 75 лет и V группа – свыше 75 лет, проживающие в гг. Москве и Брянске. Такая схема отображает пять ступеней «групп риска» в отношении возможного патогенного влияния природных космических и земных условий на состояние организма людей в городских условиях. Подчеркивается, что оценке подлежат именно природные факторы, хотя, конечно, в городских условиях существенную роль играют факторы, определяемые уровнем урбанизации городского пространства. Особо акцентируется внимание на том, что все участники эксперименте, это живущие обычной жизнью принципиально здоровые люди, не находящиеся под наблюдением медицинских работников.

В ходе мониторинга проводился анализ влияния на самочувствие участников эксперимента следующих факторов – «космической» погоды, выражающейся в форме

геомагнитной активности (прохождения магнитных бурь), и изменения фаз Луны, а также представительного ряда метеорологических факторов, таких как дневная температура, атмосферное давление, облачность и атмосферные осадки, скорость ветра. Основным показателем реакции участников на оказываемое внешнее воздействие была субъективная оценка самочувствия, фиксируемая в первую половину дня до «включения» участника эксперимента в будничные условия жизни. Оценка проводилась в соответствии с компилятивной физиологической шкалой, адаптированной к повседневным условиям жизни участников эксперимента. Самооценка (фактор, несомненно, субъективный) подкреплялась контролем физиологического состояния организма: уровня артериального давления и ритма работы сердца (частота сердечных сокращений). Характеристики космической и синоптической обстановки участники эксперимента находили на соответствующих сайтах InterNet в открытом доступе.

Данные, полученные в ходе эксперимента, были собраны в единую таблицу, с последующим анализом коррелируемости объективных характеристик для каждого из участников с его субъективными показателями. Результаты корреляционного анализа также представлены в табулированном виде. Как пример, приведены таблицы (табл. 1, 2) коэффициентов корреляции для второй и третьей возрастных групп – 17-25 и 25-55 лет.

Таблица 1

Влияние природных факторов на самочувствие – II гр. риска												
№ уч-ка	Пол	Интервал времени	гр. риска, возраст	темп., град.	давл., мм.р.ст.	Коэффициенты корреляции						
						Облач. баллы	скор. вет. м/с	магн. актив. К <sub>p</sub>	фазы Луны, %%	АД-с	АД-д	ЧСС с <sup>-1</sup>
6	муж	1.05-31.08	II, 17-25	0,24	0,40	0,41	0,34	0,17	0,43	-0,39	0,05	0,14
7	муж	1.05-31.08	II, 17-25	0,39	-0,03	0,31	-0,99	-0,12	0,58	0,24	0,03	0,81
8	муж	1.05-31.08	II, 17-25	0,18	-0,08	0,28	0,16	0,33	0,85	0,24	-0,25	0,98
9	муж	1.05-31.08	II, 17-25	-0,17	0,40	0,48	0,2	0,21	0,2	-0,19	0,09	0,38
10	жен	1.05-31.08	II, 17-25	0,46	0,03	0,19	0,31	0,36	-0,33	0,01	0,01	0,42
11	жен	22.05-31.08	II, 17-25	0,34	0,14	0,01	-0,09	-0,05	0,18	0,12	0,11	0,09

K <sub>корр</sub> менее 0,30	корреляция отсутствует	воздействие не проявлено	32 – 59%
K <sub>корр</sub> 0,31-40	неустойчивая корреляция	слабое воздействие	12 – 22%
K <sub>корр</sub> 0,41-60	заметная корреляция	умеренное воздействие	6 – 11%
K <sub>корр</sub> более 0,60	устойчивая корреляция	сильное воздействие	4 – 8%

Влияние природных факторов на самочувствие – III гр. риска													
№ учка	Пол	Интервал времени	Гр. риска, возраст	Коэффициенты корреляции									
				темп. град.	давл. мм.р. ст.	облач. баллы	скор. вет. м/с	магн. актив. Кр	фазы Луны, %%	АД-с	АД-д	ЧСС с <sup>-1</sup>	
12	муж	1.05-31.08	III, 25-55	0,25	0,19	0,86	-0,05	-0,01	0,13	0,62	-0,14	0,70	
13	жен	1.05-31.08	III, 25-55	0,08	0,03	0,38	0,29	0,07	0,60	-0,84	0,21	0,34	
14	жен	1.05-31.08	III, 25-55	0,42	0,67	0,96	-0,14	-0,01	0,17	-0,86	0,04	0,71	
15	жен	1.05-31.08	III, 25-55	0,30	0,02	0,98	0,16	-0,11	0,04	0,05	-0,05	-0,30	
16	муж	1.05-31.08	III, 25-55	-0,05	0,42	0,40	0,13	0,16	-0,56	0,03	0,79	0,16	
17	муж	23.05-31.08	III 25-55	0,28	0,29	0,21	0,09	0,06	-0,21	-0,05	-0,10	0,02	

$K_{корр}$ менее 0,30	корреляция отсутствует	воздействие не проявлено	37 – 68%
$K_{корр}$ 0,31-40	неустойчивая корреляция	слабое воздействие	3 – 6%
$K_{корр}$ 0,41-60	заметная корреляция	умеренное воздействие	4 – 7%
$K_{корр}$ более 0,60	устойчивая корреляция	сильное воздействие	10 – 19%

### Результаты эксперимента

Анализ результатов эксперимента показал, что число случаев распознаваемого влияния распределен по группам риска следующим образом: I группа риска до 17 лет – 32 случая; II группа 17-25 лет – 22 случая; III группа 25-55 лет – 17 случаев; IV группа 55-75 лет – 26 случаев; V группа возраст за 75 лет – 25 случаев. Всего случаев установленного влияния составило 122 (47% измерений).

Характер распределения числа случаев распознанного влияния оказался вполне прогнозируемым. Так, для второй, «студенческой», группы число случаев составляет 22, для первой взрослой группы этот показатель, ожидаемо, наименьший – 17 случаев, а крайние три группы характеризуются показателями – 32 случая для «детской» группы, что вполне ожидаемо, и 26 и 25 случаев для четвертой и пятой возрастных групп, что приятно удивляет.

### Основные выводы

Результаты обработки данных проведенного геофизического эколого-медицинского мониторинга показали, что спектр влияющих на организм городского жителя факторов оказался достаточно широким – каждый из факторов воздействия нашел свою «мишень» в той или иной возрастной группе реципиентов, и зачастую не только в одной.

Неожиданным оказалось довольно равномерное распределение влияющих факторов по возрастным группам, хотя в целом количественное распределение случаев влияния по отдельным возрастным группам (группам риска) совпало с ожидаемым.

Более четко обозначились границы групп риска для населения по зависимости от метеорологических факторов, «космической погоды» и физиологических характеристик, которые (границы) в разных источниках определяются по-разному и весьма произвольно. Представленный алгоритм оценки влияния различных факторов дает возможность каждому заинтересованному создать свою персональную «карту здоровья». Для этого достаточно «повторить» наши наблюдения в течение года, или, сокращенно – по одному месяцу в каждый сезон.

## СОСТАВ И СТРОЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ УРОЧИЩА «ЧАРСКИЕ ПЕСКИ»

С.Д.Балыкова, А.Е.Харламова

Урочище «Чарские пески» – песчаный массив, расположенный по левому борту долины р. Чары в междуречье низовий рек Среднего и Верхнего Сакуканов в 6 км к северо-западу от ст. Новая Чара (Забайкалье). Площадь урочища – до 40 км<sup>2</sup>; массив вытянут в северо-восточном направлении более чем на 10 км при ширине в 3-4 км; возвышается над заболоченной поймой реки на 70-80 м.

Согласно гипотезе Ф.И. Еникеева [2], являющейся наиболее полной и хорошо аргументированной, формирование урочища происходило в условиях авандельты в ледниково-подпрудном озере, заполнявшем Чарскую котловину в эпоху сартанского оледенения в конце позднего плейстоцена (25-10 тыс. л. н.). Подпрудное озеро образовалось в результате частичного перегораживания долины р. Чары Сулуматским ледником. Озеро заполняло Чарскую котловину под 800-метровую отметку. В послеледниковую эпоху большая часть песчаного массива была размыва возрождёнными реками и преобразована эоловыми процессами, после чего урочище приобрело близкий к современному контур.

Для территории урочища «Чарские пески» характерен типичный для пустынь дефляционно-аккумулятивный рельеф, имеются как незакрепленные площади с активным переиванием песков и движением барханов и дюн, так и полукрепленные куртинами растительности участки (рис. 1).

Отложения верхней активно переиваемой песчаной толщи характеризуются низкой плотностью, имеют горизонтальную, косую и клиновидную (перекрестную) слоистость. Мощность активных песков определяется их принадлежностью к морфологическому элементу рельефа и изменяется в среднем от нескольких метров до 20-30 м. Эоловые пески, залегающие в основании активных дюн и барханов, имеют многосерийную косую слоистость, в разрезе отмечено несколько горизонтов погребенных почв, присутствие которых указывает на смену поверхностных условий осадконакопления [1]. Чаще всего слоистость обусловлена дифференциацией песков по минеральному составу, в более глубоких горизонтах – и по гранулометрическому составу.

Массив песков является активным, о чем свидетельствуют встречающиеся по всей территории урочища стволы погибших деревьев, а также полусасыпанные песком еще живые деревья по его северной оконечности. Перемещение грядовых дюн, барханов, изменение их морфологических признаков идет в направлении господствующих на данной территории ветров – с юго-запада на северо-восток. Согласно расчетам Ф.И.Еникеева [2], в настоящее время

скорость наращивания развеваемой площади стабилизировалась и не превышает 20 см/год.



Серповидные барханы, центральная часть урочища



Дюны в северной части урочища



Котлы выдувания



Ниша выдувания

Рис. 1. Типы эолового рельефа в урочище «Чарские пески»

В ходе полевых работ (июнь 2019 г.) маршрутными исследованиями была охвачена бóльшая часть территории урочища, пробы отбирались из закопушек, зачисток естественных обнажений и с поверхности активно перевеваемых песков (дюн и барханов) и дефляционных элементов. В борту одного из эрозионных цирков опробован 30-и метровый разрез с отбором проб на гранулометрический и минеральный состав из всех литологических горизонтов.

Минеральный состав песков изучался с помощью рентгеновского дифрактометра ULTIMA-IV фирмы Rigaku (Япония), приобретенного за счет средств Программы развития Московского университета им. М.В. Ломоносова. Морфологические особенности зерен песков изучались по макроизображениям средней пробы, полученных с помощью микроскопа Levenhuk DTX90.

По минеральному составу большинство песков относятся к кварц-полевошпатовым, преобладающими минералами являются полевые шпаты, содержание которых изменяется в диапазоне 30-60% (чаще 50-60%) для перевеваемых песков и 40-60% (в среднем 45-50%) – для закрепленных. Содержание кварца в первом случае – 30-60%, во втором – 30-50%. Полевые шпаты представлены калиевыми и натрий-кальциевыми (плагиоклазами) разновидностями,

вторые преобладают. Среди второстепенных минералов отмечены: роговая обманка, слюды, карбонаты, магнетит, содержание которых в валовых пробах не превышает 2%.

Значительной дифференциации минерального состава эоловых песков по линии транзита не зафиксировано (рис. 2). Можно отметить более высокое содержание кварца в перевеваемых песках в южной части урочища и повышение количества полевых шпатов – в центральной и северной частях.

Средние показатели содержания минералов в пробах, взятых с разных склонов дюн и барханов, наоборот, говорят о значимой дифференциации материала: содержание кварца в пробах с подветренной стороны в полтора раза превышает его количество с наветренной; соответственно, обратная взаимосвязь характерна для полевых шпатов; также увеличивается в песках подветренной зоны содержание слюд, а наветренной – магнетита.

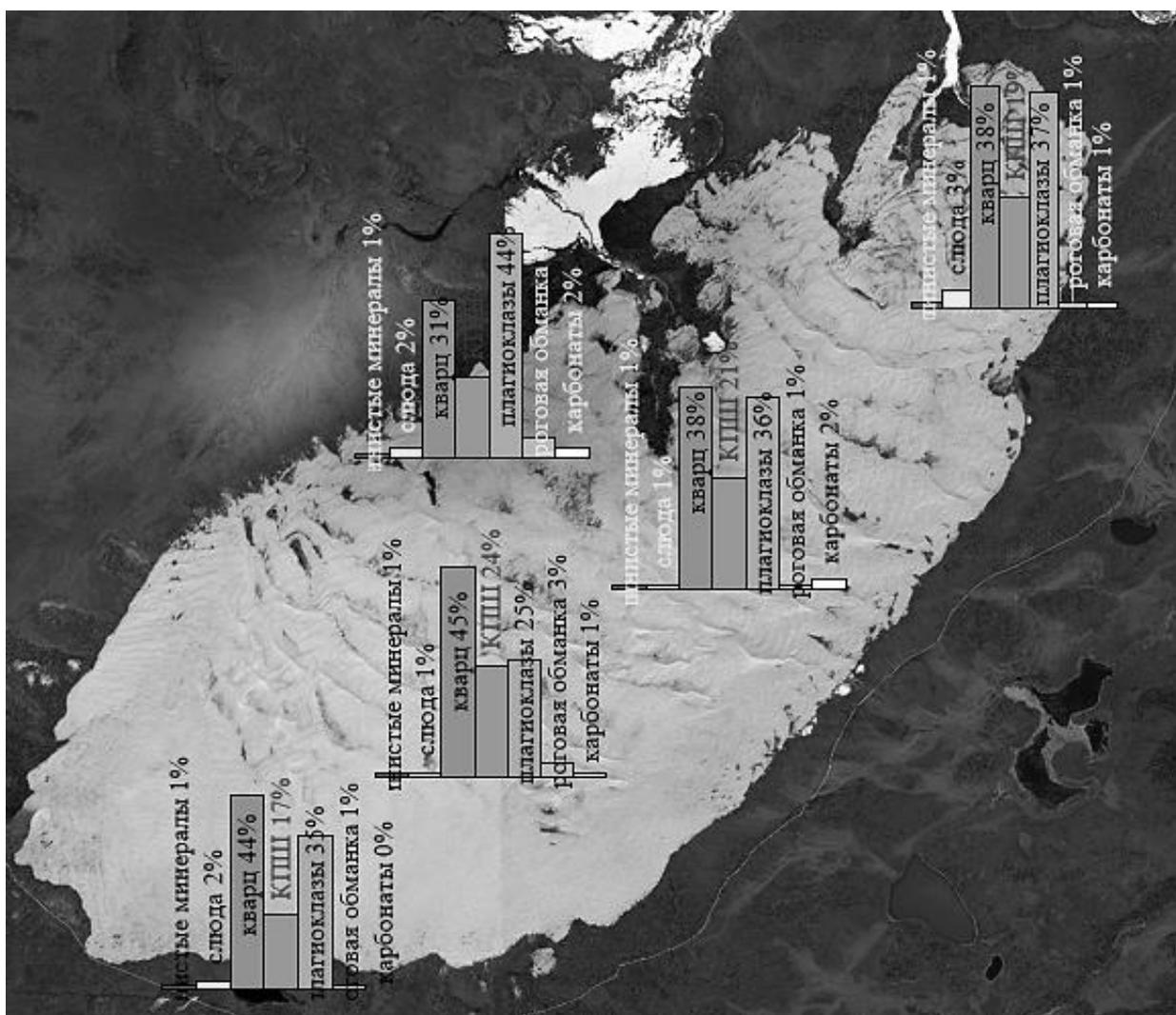


Рис. 2. Минеральный состав подвижных песков в разных частях урочища «Чарские пески»

Анализ минерального состава размерных фракций песков показал уменьшение в тонких фракциях содержания кварца и полевых шпатов (кварца в меньшей степени), и увеличение карбонатов, магнетита и, особенно, роговой обманки.

По гранулометрическому составу песчаные грунты урочища относятся к мелким или

средней крупности, с преобладанием фракций 0,5-0,25 и 0,25-0,1 мм. Пески чистые, без гравелистых частиц и с незначительным присутствием пыли в некоторых пробах. Пески средней крупности слагают наветренные склоны дюн и барханов, их гребни, а также области развития полузакрепленных песков. В нишах, котлах и коридорах выдувания на поверхности развиты пески гравелистые. В остальной части урочища преобладают пески мелкие.

Гранулометрический состав песков остается достаточно однородным и по глубине. Практически по всей опробованной толще преобладают фракции менее 0,25 мм. Огрубление состава отмечается с глубины около 16 м, после горизонта погребенной почвы, в том числе и за счет увеличения содержания крупных фракций (более 0,5 мм).

Эоловые пески независимо от глубины залегания характеризуются высокой степенью окатанности зерен, частицы имеют преимущественно округлую и полуокруглую форму, иногда близкую к сферичной; преобладают зерна от средне- до хорошо окатанных; поверхность зерен неровная, мелко ямчатая и бороздчатая. Зерна в основном прозрачные и полупрозрачные (за исключением обломков роговой обманки и магнетита), встречаются частицы желтого, рыжего, розового, зеленого цветов. С глубиной количество темноокрашенных зерен сокращается. Поверхность частиц преимущественно чистая, на поверхности некоторых зерен в углублениях и неровностях рельефа наблюдаются отдельные бурые пятна гидроокислов железа. Зерна с угловатой формой и свежими сколами присутствуют, но их содержание невелико.

Исследования отобранных в экспедиции образцов эолового генезиса еще не завершены. Предстоит более детально изучить особенности гранулометрического, минерального состава эоловых песков, морфологических характеристик их зерен, физические и физико-механические свойства песчаных грунтов и их взаимосвязь с вышеперечисленными параметрами.

### *Литература*

1. Верхотуров А.Г. Формирование песчаных массивов в межгорных впадинах Северного Забайкалья / Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Мат-ы 5-го Всеросс. литологического совещания (Екатеринбург, 14-16 октября 2008 г.). Том I. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 137-141.

2. Еникеев Ф.И. Урочище Чарские пески Чарской впадины (Северное Забайкалье) // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С.73-80.

## КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКОМ ПРИРОДНОЙ СРЕДОЙ: ЦИВИЛИЗАЦИОННЫЙ АСПЕКТ

В.А.Королёв

Связь развития цивилизаций, государств, этносов с природно-климатическими условиями была отмечена давно и в настоящее время никем не оспаривается. Было предложено несколько концепций взаимодействия человека и природной среды, которые можно разделить на две группы:

*А. Пассивного взаимодействия:* 1) концепция географического детерминизма; 2) концепция экологического детерминизма или инвайронментализма (энвайронментализма).

*Б. Активного взаимодействия:* 3) концепция преобразующего детерминизма; 4) концепция ноосферного детерминизма. Рассмотрим эти концепции.

1. Концепция *географического детерминизма*, согласно которой процесс общественного развития это не результат проявления объективных закономерностей развития общества, а следствие влияния природных сил. При этом климат, почва, растительность, животный мир и другие факторы становятся определяющими не только для характера общественного строя, но и для психотипа людей, их образа жизни, быта, способностей и т.п. Понятно, что сводить все сложные процессы эволюции общества только к этой концепции не верно. Но учитывать данный фактор, безусловно, необходимо.

На связь климата и государства указывали еще античные философы, но более-менее обоснованная концепция географического детерминизма появилась лишь в XVI веке в трудах Жана Бодена - французского философа, политика и экономиста. По его мнению, главную роль среди природных факторов играет климат той или иной страны. Он выделил три основные климатические зоны: южную, умеренную и северную. Одновременно он ввёл также деление на Восток и Запад, приравнивая первый к югу, а второй — к северу. Помимо климата, по Ж.Бодену, оказывают влияние также и такие природные факторы, как характер местности: она может быть горной, болотистой или пустынной, ветренной и безветренной, и, наконец, качество почвы — ее плодородие или бесплодие. Но главным, по его мнению, является, конечно, климат [2].

Вслед за Ж.Боденом идеи географического детерминизма развивали Ф.Бэкон, У.Темпл, Б. де Фонтанель, Ж.-Б. Дюбо, Ш. де Монтескье и др. Из российских ученых XIX века заметный вклад в географический детерминизм внес Л.И.Мечников. Он сформулировал закон «трех фазисов исторического развития». Первые цивилизации, согласно Л.И.Мечникову, возникли в долинах крупных рек: египетская, как выразался Геродот, была «даром» Нила, ассиро-вавилонская

возникла на берегах Тигра и Евфрата, китайская — в бассейнах Хуанхэ и Янцзы, индийская — Инда и Ганга. Это были древние века, или *речная эпоха*.

Г.В.Плеханов создал своеобразный гибрид исторического материализма и географического детерминизма, в качестве решающей силы исторического развития им стала рассматриваться не географическая среда сама по себе, а *взаимодействие между ней и обществом*. В XIX-начале XX в идеи географического детерминизма развивали также западные геополитики Ф.Ратцель, Э.Семпл, Х.Дж.Маккиндер, а в России – Е.Н.Трубецкой, В.П. Семёнов-Тянь-Шанский и др.

2. В последующем от географического детерминизма отпочковался т.н. **экологический детерминизм** или *инвайронментализм* (энвайронментализм). В его основе лежат понятия экологии. Каждый социоисторический организм выступал в качестве компонента той или иной экосистемы, а совокупность всех остальных ее элементов представляла как среда его обитания. Чтобы существовать, социоисторический организм должен приспособиться к среде, сбалансировать свои отношения со всеми остальными ее компонентами, прежде всего с теми, которые имеют жизненно важное для него и его членов значение. Если равновесие со средой по тем или иным причинам нарушается, то возникает кризис, который ставит под угрозу существование как социора, так и его членов. Чтобы продолжать нормальное существование, члены социоисторического организма должны принять меры к разрешению кризиса, восстановить, причем теперь на новой основе, его баланс со средой. Средство восстановления нарушенного равновесия — изменение культуры, прежде всего техники и технологии, а также и форм хозяйства. В довольно абстрактной форме подобного рода идеи излагались в работах К. Каутского и Н.И. Бухарина [2]. Экологический детерминизм в разных формах разрабатывали Дж.Стюард, М.Харрис, С.А.Маретина, Э. Ле Руа Ладюри, Э.С.Кульпин, Д.Б.Прусаков и др.

Подобных экологических концепций, согласно Ю.И.Семенову [2], существует множество. В одних главный упор делается на среду. Основная их идея заключается в том, что в основе изменения общества лежат изменения окружающей среды, прежде всего природной. Такие концепции характеризуются обычно как экологический детерминизм, или *средовой детерминизм*. Другое название — *environmentalism* (от англ. *environment*— среда).

Во многих других концепциях природная среда и технология (или природная среда и хозяйство) в целом выступают как во многом равноправные факторы, взаимодействие которых и обеспечивает развитие общества. Еще в ряде концепций в качестве решающей силы выступает технология или даже хозяйство либо экономика в целом. Но всегда при этом и технология, и хозяйство или экономика в целом рассматриваются как способы приспособления к среде.

3. Одновременно с идеей географического детерминизма развивалась и иная концепция, которую мы называем концепцией **преобразующего детерминизма**, согласно которому развитие цивилизаций *подчиняло себе природные условия* и изменяло их для собственного блага. Таким

образом если в концепции географического детерминизма человек остается пассивной силой по отношению к природным условиям, то в концепции преобразующего детерминизма человек становится активной силой, преобразующей природные условия под свои потребности, т.е. создающей себе наилучшие экологические условия. Так появляются искусственные социально-экологические государственные системы.

Человек (как и его предки неандертальцы и др.) всегда искал наиболее экологически благоприятные для своего проживания географические или природно-климатические условия. Когда же с ростом численности населения все «лучшие» земли были «заняты», пришлось либо осваивать менее благоприятные территории (идея демографического детерминизма), либо отвоевывать и захватывать более благоприятные земли. В первом случае здесь и понадобились умения строить оросительные системы, менять русла рек, менять рельеф, повышать плодородие бедных почв, возводить специальные инженерные сооружения (например, свайные поселения, известные в Европе с V по I тысячелетие до н.э., а также террасные поля и др.).

Можно привести массу примеров успешного преобразования природных условий и создания человеком искусственных экосистем «под свои нужды». Уже в неолите, с появлением земледелия и скотоводства в древней Месопотамии, Древнем Египте, а также в Индии и Китае были созданы первые ирригационные сооружения в долинах крупных рек (Тигра и Ефрата, Нила, Ганга, Хуанхэ, соответственно) и возникли так называемые «ирригационные империи»<sup>1</sup>, или «ирригационные цивилизации», которые были самыми распространенными на Земле и доминировали в V-II тысячелетиях до нашей эры. Неолитическая революция позволила преодолеть экологический и демографический кризисы конца мезолита, создала условия для выживания и быстрого развития общества на новых началах, особенно в земледельческих районах.

В последующие эпохи от II тысячелетия до н.э. до конца I тысячелетия н.э. в разных государствах так или иначе использовались различные способы подчинения природных условий и ресурсов для создания более благоприятных условий проживания. Наряду с ирригацией, это были методы террасного земледелия (Китай, государства Майя, империя инков, Ближний Восток и др.), образование городов – искусственных экосистем компактного проживания большого числа людей. Но человек подчинял себе не только ландшафты, но и растения и животных путём их постепенного одомашнивания. Общее число видов домашних животных составляет около двадцати пяти. Одновременно шла domestикация растений. Всего было одомашнено свыше 200 видов растений.

---

<sup>1</sup> **Ирригационные цивилизации** (hydraulic state - термин введён К.Виттфогелем) — это компактные сообщества народов, существование которых полностью определялось коллективным трудом по созданию, расширению и поддержанию ирригационных сельскохозяйственных систем.

Период от средних веков (с VI в.) до конца XVIII века характеризуется всё более активным использованием мелиорации для преобразования окружающей природной среды в государствах Европы и Азии. С совершенствованием методов архитектуры и строительства создаются все более благоприятные условия проживания людей в урбозкосистемах, в результате чего происходит постоянный рост числа городских жителей.

Свою древнюю историю создание искусственных экосистем имеет и Россия. Одни земли осушались под освоение, другие орошались под земледелие. Жители древней Руси вели осушительные работы на относительно небольших участках местности в Великом Новгороде уже в XI веке, на Валааме в XII веке, на Соловецких островах в XVI веке, в Москве в XVII веке и ряде других городищ. С XVIII в. в результате промышленной, а затем научно-технической революций на смену доиндустриальной эпохе приходит индустриальная, вместе с которой происходит увеличение масштабов и видов техногенного воздействия на природную среду. В России масштабные мелиоративные работы начались в эпоху Петра I и затем продолжились в течение всего XVIII и XIX веков.

В конце XX и начале XXI в. проблема создания благоприятных экологических условий для проживания людей получила новое продолжение в связи с обострением глобального экологического кризиса. Сейчас вопрос стоит уже не в освоении природных пространств для проживания или адаптации к новым природным условиям, а в сохранении человеческой цивилизации в ухудшающихся экологических условиях, имеющих техногенный характер в результате загрязнения окружающей среды, потепления климата, увеличения количества опасных отходов, снижения качества и ресурсов пресных вод, деградации земельных ресурсов, опустынивания, обезлесивания, снижения биологического разнообразия, загрязнения Мирового океана и др.

4. В начале XX в. возникает учение о **ноосфере** - сфере разумной человеческой деятельности. Ноосфера — это новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития. Центральной темой учения о ноосфере является единство биосферы и человечества. В.И.Вернадский в своих работах раскрыл корни этого единства, значение организованности биосферы в развитии человечества. Это позволяет понять место и роль исторического развития человечества в эволюции биосферы, закономерности ее перехода в ноосферу.

Однако, рассматривая деятельность человека как новую геологическую силу, В.И.Вернадский не осознавал всей её сложности и опасности. В этой связи на передний план выступают работы по организации **разумной человеческой деятельности**, которая была бы направлена на рациональное управление биосферой и её компонентами, в том числе эколого-геологическими системами. На решение этой проблемы и направлена экологическая

геокибернетика. На современном этапе развития теории ноосферы основная проблема – формирование доктрины, позволяющей придать количественное выражение тем параметрам биосферы, которые необходимо обеспечить. В качестве измерительного комплекса для этих параметров выступают службы мониторинга [3].

Каков же итог исторического развития общества и его взаимоотношения с природой? К двадцатилетию «Римского клуба» было проведено исследование, результаты которого были изложены в работе Донеллы и Денниса Медоуза и Йоргена Рандерса [1]. Выводы этого доклада крайне неутешительны: почти ничего не изменилось в лучшую сторону, зато многое — в худшую.

Таким образом, на протяжении веков человек в процессе своей жизнедеятельности безоговорочно, а иногда и безвозвратно, и хищнически, воздействовал на окружающую природную среду, изменяя её в собственных нуждах. При этом типы и исторический характер взаимоотношения природы и общества постоянно менялся от пассивного до активного. Современный этап активного преобразования природы пришел в противоречие существованием самой цивилизации.

### *Литература*

1. Медоуз Д.Х., Рандерс Й., Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя / Пер. с англ. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 342 с.
2. Семёнов Ю.И. Философия истории. (Общая теория, основные проблемы, идеи и концепции от древности до наших дней). – М., «Современные тетради», 2003. – 776 с.
3. Щенетова В.А. Основы математического моделирования в экологии. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 122 с

## СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОЛИГОНОВ ТКО

И.А. Родькина, Е.Н. Самарин

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991 Россия, г. Москва,  
Ленинские горы, д.1 e-mail: [irina-rodkina2007@yandex.ru](mailto:irina-rodkina2007@yandex.ru)*

Вопросы складирования и хранения отходов производства и потребления, в настоящей момент, представляют одну из самых актуальных и жизненно важных экологических проблем. До недавнего времени в России, к этой проблеме подходили достаточно упрощенно, понимая, как правило, под полигонами ТКО - места под свалки мусора. В большинстве случаев санитарное состояние подобных сооружений неудовлетворительно: не предусмотрены изолирующие и защитные экраны, отсутствуют системы сбора свалочных газов, отвода инфильтрата и т.д.

Однако, в последнее время, в связи с возросшими экологическими требованиями и появлением государственных органов, осуществляющих контроль за состоянием окружающей среды к данному вопросу стали подходить более ответственно.

**Защитные экраны на полигонах ТКО в России.** Основным сооружением полигона является чаша складирования, которая представляет собой котлован или огражденную насыпь с изолирующим экраном для надежной защиты окружающей среды. К сожалению, чаще всего изолирующий экран фактически отсутствует или разрушен.

В Московской области насчитывается более 40 полигонов ТКО, из них действующих 17. Ежегодно в Подмоскovie подлежит складированию более 10 млн. тонн отходов. То есть на 0,27% территории России складировается 20% всех отходов [2, 3].

Крупнейший полигон ТБО «Тимохово» в Ногинском районе Московской области, размещение и эксплуатация которого в 60–80-х годах осуществлялись с грубыми нарушениями экологических требований, является потенциальным источником загрязнения водоносных горизонтов – источников питьевого водоснабжения. [3]. Защитный экран построен с применением местных грунтов (грунтовый) [1].

Полигон «Кучино» располагается между г. Железнодорожным Московской области и пос. Салтыковка в выработанных глиняных карьерах на правом берегу р. Пехорка [2, 3]. Защитный экран грунтовый.

Свалка «Царево» функционирует с 1985 года (более 8 млн. м<sup>3</sup> отходов). Свалка представляет собой песчаный карьер площадью 12,7 га и глубиной от 1720 метров, практически полностью заваленный отходами. Полигон не усовершенствованный, не огорожен, без экранирования дна, не производится отвод поверхностных вод, происходит периодическое

возгорание мусора, задымление прилегающей территории [3].

Полигон твердых бытовых отходов «Ядрово» расположен в 3 км к востоку от границы города Волоколамска. Впервые свалка на этом месте появилась в 1979 году. В 2016 году полигон принял 420 тыс. т отходов, в 2017 году его мощность была определена в 660 тыс. т. При этом полигон «Ядрово» не был оборудован системами сбора свалочного газа, в основании полигона нет какого-либо защитного экрана, изначально не было систем отвода и очистки инфильтрата и системы мониторинга [3].

Свалка «Малинки» расположена в природоохранной зоне рядом с жилыми поселками и сельскими поселениями, вблизи пересечения Калужского шоссе и Малого бетонного кольца (автодорога А107). В 3 км от свалки находится деревня Чириково, а в 8 км - вошедший в состав Новой Москвы г. Троицк. Свалка также эксплуатировалась без защитного экрана, систем улавливания свалочных газов, сбора инфильтрата [3].

**Международный опыт строительства полигонов ТБО.** Исходя из анализа европейских и американских директив по управлению отходами, строения конкретных работающих и уже рекультивированных полигонов, можно свести к следующему (рис. 1).



**Рис. 1. Схема строения полигона ТБО [3, 4]**

Строение комплексов защитных экранов у различных инженерных бюро Европы и Америки очень близки. Основным отличием является активный слой, задача которого – это дополнительная гидроизоляция и активная сорбция возможных загрязнителей [4, 5].

Состав активного слоя различен в зависимости от типа полигона и типа складированных отходов: фосфат кальция, различные виды активированного угля, песок с активными добавками, различные адсорбирующие полимеры и многое другое [4]. Но чаще всего для полигонов ТБО используются геокомпозиты на основе глинистого вещества [4, 5].

Такие геокомпозиты имеют трехслойную структуру: тканый высокопрочный материал, затем глинистое вещество, и нетканый материал сверху, все слои между собой прошиты иглопробивным способом.

Нами были рассмотрены три наиболее часто применяемых в Европе и США активных

геокомпозита на основе глинистого вещества (характеристики материалов приведены в табл. 1).

Таблица 1

**Характеристики исследуемых геокомпозитов**

<b>Геокомпозит</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Верхний/нижний слой	Тканый/нетканый полипропилен	Тканый/нетканый полипропилен	Тканый/полиэтилен
Изолирующий слой	4 670 г/м <sup>2</sup> (состав бентонитовые глины)	4 500 г/м <sup>2</sup> (состав чистый монтмориллонит)	3 850 г/м <sup>2</sup> (состав бентонитовые глины)
Общий вес	5 000 г/м <sup>2</sup>	4 900 г/м <sup>2</sup>	4 000 г/м <sup>2</sup>
Толщина в сухом состоянии	6 мм	6 мм	4 мм
Предельная прочность на разрыв Продольная/поперечная	10 кН/м 6 кН/м	10 кН/м 10 кН/м	8 кН/м 5 кН/м
Относительное удлинение при разрыве продольное/поперечное	12 кН/м 12 кН/м	20 кН/м 20 кН/м	10 кН/м 10 кН/м
Коэффициент фильтрации при $i = 30$ и нагрузки 30 кПа	$2 \cdot 10^{-11}$ м/с	$5 \cdot 10^{-11}$ м/с	-

Результаты проведенных исследований по измерению коэффициента фильтрации образцов во времени, ЕКО и сорбционной емкости приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Емкостные и противofiltrационные свойства геокомпозитов**

<b>Геокомпозит</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ЕКО	93 мг-экв/100г	142 мг-экв/100г	75 мг-экв/100г
Сорбционная емкость по отношению к 0,25 н раствору нитрата свинца при pH = 5, после 21 дня взаимодействия	150 мг/г	235 мг/г	120 мг/г
Коэффициент фильтрации при $i=30$			

Через час	$5 \cdot 10^{-11}$ м/с	$5 \cdot 10^{-11}$ м/с	$25 \cdot 10^{-11}$ м/с
Через сутки	$3 \cdot 10^{-11}$ м/с	$1 \cdot 10^{-11}$ м/с	$20 \cdot 10^{-11}$ м/с
Через 7 дней	$1 \cdot 10^{-11}$ м/с	$1 \cdot 10^{-11}$ м/с	$30 \cdot 10^{-11}$ м/с
Через 21 день	$1 \cdot 10^{-11}$ м/с	$1 \cdot 10^{-11}$ м/с	$50 \cdot 10^{-11}$ м/с

Как видно из табл. 2, у материала 2, наибольшая емкость катионного обмена и сорбционные свойства, что хорошо объясняется минеральным составом материала - чистый монтмориллонит. В других же материалах в составе бентонитовые глины и сорбционная емкость ниже. Что же касается гидроизолирующих свойств, то коэффициенты фильтрации у материалов 1 и 2 очень близки, у материала под 3 они значительно ниже.

**Выводы.** Одной из важнейших задач при проектировании и строительстве полигонов, является полное исключение возможности проникновения фильтрата с загрязняющими веществами в подстилающие грунты и водоносные горизонты. Соответственно применение современных геокомпозитов и современных многокомпонентных решений при проектировании, строительстве, эксплуатации и последующем перекрытии полигонов ТБО не только может быть рекомендовано к использованию, но и должно быть учтено в соответствующих нормативных актах и рекомендациях по проектированию.

#### *Литература*

1. Бартоломей А.А., Брандл Х., Пономарев А.Б., 2004. Основы проектирования и строительства хранилищ отходов. Изд-во АСВ, Москва.
2. Родькина И.А., Самарин Е.Н. Защитные экраны, применяемые на полигонах ТКО в России и за рубежом. ТБО, №1, 2019, с. 34-49
3. Самарин Е.Н., Родькина И.А., Фомичева Е.Н., Пикто А.В, 2015. Эффективность функционирования защитных экранов, используемых при эксплуатации полигонов захоронения. Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы, Материалы четвертой международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 2015, с. 272-274.
4. Jackobsen H., Kristoferrsen M. Case studies on waste minimization practices in Europe/ Topic report - European Topic Centre on Waste // European Environment Agency, February 2002
5. Indicator Fact Sheet Signals 2001 – Chapter Waste // European Environmental Agency, 2001