

## Влияние климатических факторов на деградацию автомобильных дорог

Карабаев А.М.

Ташкентский государственный транспортный университет  
Ташкент, Узбекистан

Республика Узбекистан расположена в центральной части Евразийского континента между 37 и 45° с. ш., 56 и 73° в.д. Общая ее площадь составляет 447,7 тыс. км<sup>2</sup>, из них 78,8 % приходится на равнины, 21,2 % на горы и предгорья. Территория относится к засушливой зоне Средней Азии. Почти четыре пятых территории страны расположены в пределах особенно уязвимых к возможным изменениям климата обширных среднеазиатских полупустынь и пустынь, окаймленных с юго-востока и востока мощными горными системами (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Географическое положение Республики Узбекистан

На севере Узбекистан граничит с пустынями Южного Казахстана, на северо-востоке и востоке граница пересекает отроги хребтов Тянь-Шаня, на юго-востоке Гиссаро-Алая. На юге и юго-западе

граница проходит вдоль Амударьи, разделяющей пустыни Кызылкум и Каракумы, а на западе – по пустынному плато Устюрт [1].

Для территории характерны значительные перепады высот. Самая низкая точка расположена на днище впадины Минбулак (12 м н.у.м.). Наивысшей точкой является вершина Гиссарского хребта - Хазрет Султан с абсолютной отметкой 4463 м.

На территории Узбекистана существует пять природных экосистем: пустынные экосистемы равнин; предгорные полупустыни и степи; речные и прибрежные экосистемы увлажненных территорий и дельт; горные экосистемы.

Южная часть Узбекистана располагается в субтропическом климатическом поясе, северная – в умеренном.

Высокий уровень притока солнечной радиации в сочетании с особенностями подстилающей поверхности и циркуляции атмосферы формирует континентальный тип климата, характеризующийся значительными колебаниями температур воздуха, продолжительным сухим и жарким летом, влажной весной и неустойчивой зимой [1].

Осадки в основном приурочены к весенне-зимнему периоду.

В настоящее время в Узбекистане работает более 80 станций. Обобщение многочисленных исследований и данных наблюдений позволяет достаточно полно охарактеризовать основные климатические зоны и оценить природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан на современном этапе.

На территории Узбекистана можно выделить три основные климатические зоны: зону пустынь и сухих степей, зону предгорий и зону гор, хотя границы между ними выражены не столь четко.

**Зона пустынь и степей** охватывает всю равнинную территорию Узбекистана – плато Устюрт, пустыня Кызылкум, Каршинская, Дальверзинская и Голодная степи. Количество осадков здесь мало: обычно не превышает за год 200 мм. Зимы, за исключением Устюрта, чаще всего теплые, короткие, с незначительным и неустойчивым снежным покровом.

**Зона предгорий** опоясывает Тянь-Шанскую и Гиссаро-Алайскую горные системы в интервале высот от 300-400 до 600-1000 м н.у.м. Зима в этой зоне теплее, чем на равнине, устойчивый снежный покров образуется не каждую зиму. Весна начинается в конце февраля – начале марта, но поздние весенние заморозки на

почве возможны до конца апреля, а в некоторых районах даже в мае. Лето менее знойное, чем на равнинной территории, хотя местами максимальная температура воздуха достигает 45–46 °С.

**Горная зона** лежит выше 600–1000 м н.у.м. Среднее годовое количество осадков практически везде превышает 400 мм, в верхних зонах гор на отдельных наветренных склонах может выпасть более 2000 мм. Осадки выпадают здесь круглый год, но максимум приходится на апрель – май. Устойчивый снежный покров начинается с высоты 800–1000 м. Местами его максимальная толщина превышает полтора метра.

**Солнечная радиация.** Основным источником возникновения и развития физических явлений и процессов в атмосфере является энергия Солнца. В крайних северных точках Узбекистана на 45°35' с.ш. наибольшая высота Солнца в день летнего солнцестояния достигает почти 68°, а в крайних южных точках на 37°10' с.ш. равна 76°. В день зимнего солнцестояния высота Солнца равна соответственно 21 и 29°. В связи с этим приток лучистой энергии от Солнца в Узбекистане велик [2–4].

Продолжительность солнечного сияния на севере Узбекистана составляет в среднем 2800 ч/год. К югу значения возрастают, и на крайнем юге (Термез) продолжительность солнечного сияния достигает 3050 ч/год.

В зимне-весенний период продолжительность солнечного сияния минимальна не превышает в среднем 80–100 ч в месяц.

Суточная продолжительность солнечного сияния в среднем составляет 8–10 ч. В зимнее время из-за повышенной облачности суточное число часов солнечного сияния несколько менее половины возможного: при продолжительности дня от 8 ч на севере до 9,5 ч на юге оно равно лишь 3–5 ч. Энергетическая освещенность прямой солнечной радиацией на перпендикулярную к лучам поверхность ( $S$ ) на равнинных станциях в полуденные часы при ясном небе по данным [5–7] колеблется от 0,80 до 0,94 кВт/м<sup>2</sup>. Средние годовые амплитуды составляют 0,10–0,15 кВт/м<sup>2</sup>. На высокогорных станциях (Кызылча) средние многолетние величины  $S$  изменяются в пределах 0,94–1,06, а максимальные величины достигают 1,21 кВт/м<sup>2</sup>.

Энергетическая освещенность рассеянной радиацией ( $D$ ) в 12 ч 30 мин изменяет в среднем в пределах 0,10–0,18 кВт/м<sup>2</sup>.

Количество солнечной радиации, поступающее на горизонтальную поверхность, зависит от высоты Солнца над горизонтом:

$$S' = S \cdot \sin h_0,$$

где  $h_0$  – высота Солнца над горизонтом. В полдень различие между  $S$  и  $S'$  может достичь почти 50 %.

Прямая солнечная радиация ( $S$ ,  $S'$ ) и рассеянная ( $D$ ) относятся к коротковолновой части спектра.

Суммарная радиация ( $Q$ ) определяется общим приходом прямой и рассеянной радиации на горизонтальную поверхность:

$$Q = S' + D$$

Средние многолетние величины энергетической освещенности суммарной радиацией  $Q$  заключены в пределах 0,45–0,96 кВт/м<sup>2</sup>, минимум в январе, максимум в марте–июне.

Когда речь идет не о мгновенных значениях (вернее о минувших), а более длительных интервалах времени (час, сутки, месяц, год), в качестве единиц измерения используются МДж/м<sup>2</sup> (1 кВт ч/м<sup>2</sup> = 3,6 МДж/м<sup>2</sup>).

Как видно из табл. 1.1, годовые суммы прямой и суммарной радиации на горизонтальную поверхность при ясном небе достигают и даже превышают 6000 – 7000 МДж/м<sup>2</sup>, соответственно.

На крайнем юге суммарная радиация около 8000, а в горах (Кызылча) 8350 МДж/м<sup>2</sup>. В условиях средней облачности количество поступающей на земную поверхность радиации существенно меньше. Для суммарной радиации за год эта величина не выше 6500 МДж/м<sup>2</sup>.

Альbedo – величина, характеризующая отражательную способность подстилающей поверхности ( $A$ ), также имеет ярко выраженный сезонный ход. Наибольшей отражательной способностью обладает свежевывпавший снег. Соответственно зимой в горах отмечаются наибольшие значения (станция Кызылча – 73-81 %), на равнине величина альbedo заметно ниже.

Минимальные значения приходятся на летние месяцы, уменьшаясь до 19–31 %.

Радиационный баланс деятельной поверхности является ведущим компонентом теплового баланса, он определяет величину и знак потоков тепла в воздух и почву, суточный ход испарения и конденсации.

Радиационный баланс складывается из приходных и расходных статей солнечной радиации:

$$B = Q - R - E_{\text{эф}}$$

где  $R$  – отраженная коротковолновая радиация,  $E_{\text{эф}}$  – эффективное излучение, разность между поступающим к поверхности Земли длинноволновым излучением и собственным длинноволновым излучением Земли.

Величина радиационного баланса за год составляет для северных районов 1885 МДж/м<sup>2</sup>, для южных - 2807, в высокогорных районах около 1424 МДж/м<sup>2</sup> [9].

Для крайних южных районов Узбекистана и районов, защищенных от холодных вторжений, радиационный баланс весь год положительный. Для крайних северных районов и для большей части территории Узбекистана в зимний период в отдельные годы возможны отрицательные значения от минус 4,19 до минус 29,3 МДж/м<sup>2</sup> [9].

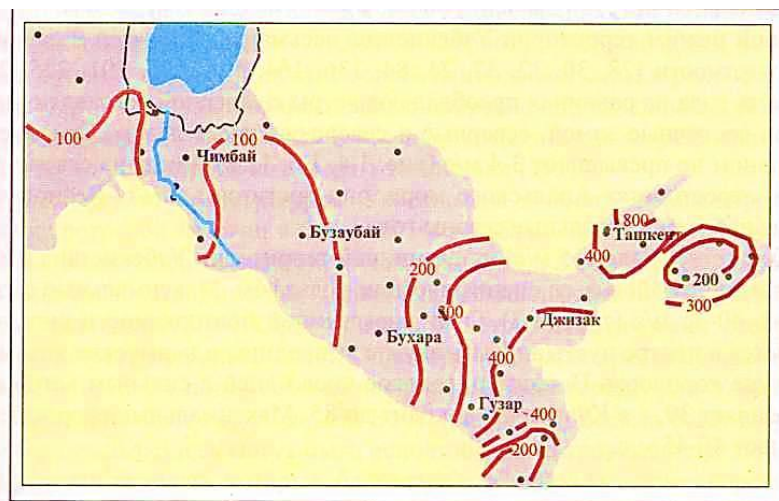


Рис. 1.2. Годовое количество осадков ( $R$ , мм) по территории Узбекистана

Таблица 1.1 Суммы прямой радиации ( ) на горизонтальную поверхность при ясном небе [5]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Каракалпакия	202	295	466	611	768	787	772	672	512	397	244	184	5930
Тахиаташ	237	318	492	613	742	765	740	663	526	410	253	191	5950
Тамды	250	327	508	363	775	794	777	701	550	430	281	211	6240
Ташкент	223	302	488	584	728	745	733	647	497	367	263	149	5726
Фергана	193	263	439	560	688	700	686	604	461	340	216	174	5324
Самарканд	274	344	533	626	744	723	739	656	507	404	283	235	6058
Термез	299	379	542	634	744	729	719	662	528	447	305	269	6257
Кызылча	311	393	595	774	861	843	799	726	574	454	326	272	6938

Переход радиационного баланса от отрицательных значений к положительным происходит в среднем в начале марта. Смена знака осенью отмечается в последней декаде октября начале ноября. Разница между максимальными и минимальными значениями радиационного баланса составляет в зимние месяцы 21-84 МДж/м<sup>2</sup>, а в летние месяцы - до 209 МДж/м<sup>2</sup>[1].

Большая часть равнин засушлива, особенно на западе. В среднем за год здесь выпадает от 80 до 250 мм (рис. 1.2).

Большая часть равнин засушлива, особенно на западе. В среднем за год здесь выпадает от 80 до 250 мм. В предгорьях их количество меняется от 100 до 500 мм. Еще больше осадков в горах: на наветренных склонах Западного Тянь-Шаня на больших высотах годовая их сумма превышает 2000 мм. Много осадков выпадает и на наветренных склонах Зеравшанского хребта (например, на станции Аманкутан – 960 мм/год). Следует отметить значительные временные колебания годовых сумм осадков [1].

## Литература

1. Чуб, В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.

2. Шилакадзе, Т.А., Бусел, А.В., Каримов, Б.Б. Дорожное строительство: современные решения проблем: учебное пособие. – М.: МПК, 2016. – 272 с.

3. Гезенцевей, Л.Б. Пути улучшения структурно-механических свойств асфальтового бетона // Афтореф. дис. ... доктор. техн. наук. – М.: МАДИ, 1964. – 38 с.

4. Каримов, Б.Б., Алиев, А.М. Автомобильные дороги в условиях гор и жаркого климата. Том 1. Учебное пособие. – М.: МПК, 2014. – 335 с.

5. Teltayev, B., Kaganovich, E. Evaluating the Low Temperature Resistance of the Asphalt Pavement under the Climatic Conditions of Kazakhstan. In: 7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements, 2012, pp. 211–221; Teltayev, B., E. Kaganovich. Bitumen and asphalt concrete requirements improvement for the climatic conditions of the Republic of Kazakhstan /CD. Proceedings of the XXIVth World Road Congress, 2011, pp. 1–13.

6. Кирюхин, Г.Н., Джуманов, Р.Б. Плюсы и минусы системы проектирования асфальтобетона «суперпейв»: Сборник статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона. – М.: МАДИ, 2014. С.72–84.

7. Карабаев, А.М. Об открытии низкотемпературного трещинообразования в асфальтобетонном покрытии // Вестник ТашИИТ. – №2/3. – 2017. – С. 17–22.

8. Леонович, И.И. Дорожная климатология: Учебник. – Минск.: БНТУ. – 2005. – 385 с.

9. Бусел, А.В. Ремонт автомобильных дорог: Учебное пособие. – Минск.: Арт Дизайн, 2004. – 208 с.