

Влияние рельефа на режим влаги почв сельскохозяйственных угодий Южного Урала

*Ю.М. Нестеренко, д.г.н.,
ФГБУН Оренбургский ФИЦ УрО РАН*

Рельеф – важнейшая компонента природы. Он влияет на распределение атмосферных осадков, формирование поверхностного и подземного водного стока, водную и ветровую эрозию, влажность почвы и её качество, видовой состав растительности и продуктивность, животный мир и на многие другие компоненты природы. Рельеф влияет на виды хозяйственной деятельности, системы землепользования, технологии ведения работ и экологию [1–3].

Влияние рельефа на эволюцию и развитие природы зависит от природной зоны. Положительные формы рельефа в зонах избыточного увлажнения улучшают аэрацию почв, создавая благоприятный газо-влажностный режим почв для растительно-

сти. В степной зоне при увлажнённости климата менее единицы положительные формы рельефа обуславливают уменьшение влагообеспеченности растений, снижая их продуктивность с формированием засухоустойчивой растительности. В понижениях рельефа в степи формируется повышенная влажность почвенного покрова и приземного слоя воздуха, создавая условия для более требовательных к влаге биосистем [4].

Цель исследования – выявить влияние рельефа на формирование и распределение водных ресурсов сельскохозяйственных угодий. В связи с этим поставлены задачи: изучить распределение по ним в зависимости от форм рельефа атмосферных осадков, поверхностного водного стока и питания подземных вод.

Материал и методы исследования. Многолетние полевые исследования проводили в Центральной

зоне Оренбуржья с закладкой стоковых площадок на пахотных землях, лесной полосе, естественной невыбитой и выбитой целине. Распределение водных ресурсов на угодьях в зависимости от форм рельефа и режим влаги изучали методом водного баланса.

Результаты исследования. Различают макрорельеф, мезорельеф и микрорельеф, которые, имея различные размеры, по-разному воздействуют на природные системы и деятельность человека.

Из множества видов воздействия рельефа на компоненты природы рассмотрим подробнее его воздействие на водные ресурсы сельскохозяйственных угодий: распределение по ним атмосферных осадков, водного стока, влажности почв и инфильтрацию талых и дождевых вод.

На распределение атмосферных осадков по земной поверхности влияет макрорельеф. Существенно больше их выпадает на западном склоне Уральских гор и его отрогов, подчиняясь общей закономерности их увеличения с широтой местности (рис.) [1].

К мезорельефу относятся понижения и возвышения в пределах основных рельефообразующих форм с разностью их отметок в основном в пределах метра. Он влияет на распределение атмосферных осадков по земной поверхности как стокообразующий фактор для воды и накопитель в понижениях снега, сносимого ветром с возвышенностей.

Снежный покров распределяется в зависимости от рельефа. Под влиянием ветров в макрорельефе снег выдувается или накапливается на больших площадях. В зависимости от направления ветра относительно склонов и водоразделов, ложин,

долин и ложбин снег сносится с высоких форм рельефа и накапливается на подветренных склонах и в низинах. На Приобском плато, по данным Н.А. Мосиенко [5], при направлении ветров вдоль балок происходит выдувание снега из них и отложение на приводораздельных частях склона. Но преобладает перенос снега с открытых равнинных пространств в низины. По исследованиям автора на возвышенных участках запасы воды в снеге в среднем составляют 84%, на склонах – 120% и в балках и ложбинах – 415% от средних их запасов. Количество задерживаемого в мезопонижениях снега зависит от вида угодья. По нашим исследованиям в районе Оренбурга средний запас воды в снеге составляет 129 мм. На возвышениях рельефа он равен 120 мм, в понижениях на зяби – 202 мм и в понижениях выбитой целины – 134 мм. В плотных лесных полосах в среднем в 1996–2000 гг. запасы снега составили 466 мм.

От мезорельефа зависит доля снега, задерживаемая на склонах, и сколько будет перенесено ветрами в ложбины и лоцины. Мезорельеф влияет на распределение снега лишь в начале его накопления. После заполнения мезопонижений снегом мезорельеф сглаживается, и его влияние на перемещение снега ветром прекращается.

Микрорельеф выражен понижениями и возвышениями, часто образующимися в процессе хозяйственной деятельности на земле, площадью до 1–2 м² с разностью отметок в пределах 0,2 м. Он находится в основном в пределах мезорельефа и перераспределяет атмосферные осадки в пределах своих размеров, создавая соответствующие небольшие повышенные скопления атмосферных осадков.

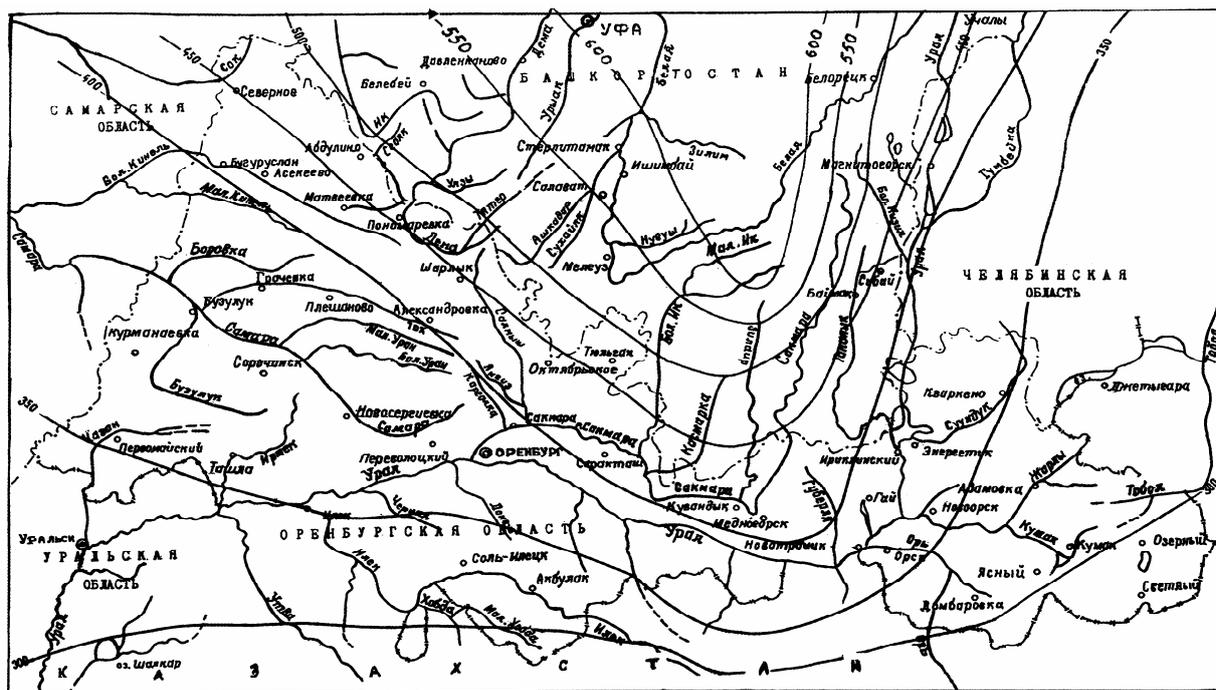


Рис. – Распределение средней годовой суммы атмосферных осадков по Южному Уралу, мм (определено по данным Гидрометслужбы Оренбургской и Челябинской областей и Башкортостана) [3–5]

Поверхностный водный сток во многом зависит от рельефа. Возвышения рельефа формируют его, а понижения накапливают. Сток начинается при превышении скорости поступления жидких атмосферных осадков или талых вод на земную поверхность над её способностью их инфильтровать в нижерасположенные почво-грунты.

При исследовании влияния рельефа на сток целесообразно рассматривать воздействие на него отдельно макрорельефа, мезо- и микрорельефа. Изучение влияния макрорельефа на поверхностный водный сток, как правило, ведётся в гидрографической сети без учёта воздействия на него мезорельефа и в результате получают усредненные сведения [6–8].

Мезорельеф существенно влияет на поверхностный сток и инфильтрацию. На положительных формах создаётся увеличенный поверхностный водный сток. В замкнутых понижениях мезорельефа он задерживается и создаются условия для дополнительной инфильтрации. Под возвышениями рельефа промачивание грунтов талыми водами на пахотных землях и целине составляет в среднем 20–60 см. На преобладающих в настоящее время выбитых пастбищах талые воды проникают на глубину 50 см. Дернина невыбитой целины обеспечивает более высокую скорость впитывания воды в мёрзлую землю и дополнительно задержанный остатками растительности снег, увеличивая глубину увлажнения грунтов под возвышениями до 60 см. Значительно больше глубина промачивания грунтов талыми водами под понижениями рельефа, часто превышающая 2–3 м. Под ними часть накопленной весенней влаги недоступна для растительности, она идёт на питание подземных вод. В степной зоне Южного Урала рельеф создаёт неравномерное распределение водных ресурсов на сельскохозяйственных угодьях, что обуславливает неравномерность их продуктивности по площади и существенно влияет на почвообразовательный процесс. Поэтому считаем целесообразным изучать их водный баланс с учётом мезорельефа, отдельно для возвышений и понижений по формуле:

$$P_3 + P_B = M_2 - M_1 + E + Y_{\text{ст}} - Y_{\text{пр}} + \Phi,$$

где P_3 – запасы воды в снеге;

P_B – количество выпавших осадков за время таяния снега;

M_1 – запасы влаги в активном слое зоны аэрации перед таянием снега;

M_2 – запасы влаги в активном слое зоны аэрации после таяния снега;

E – испарение за расчётный период;

$Y_{\text{ст}}$ – сток воды;

$Y_{\text{пр}}$ – приток воды;

Φ – фильтрация воды за пределы слоя активного водообмена почво-грунтов.

При изучении водного баланса сельскохозяйственных угодий с учётом рельефа необходимо

определение границ возвышений и понижений, их доли в общей площади угодья. В пределах выделенных форм рельефа на первом этапе следует отдельно определять компоненты водного баланса. Общий водный баланс угодья вычисляется по результатам определения составляющих водного баланса на возвышениях и понижениях с учётом их доли в общей площади угодья.

На исследуемых нами сельскохозяйственных угодьях на возвышениях и в понижениях рельефа определяли количество воды в снеге перед таянием и запасы влаги в почве и подстилающих их грунтах на глубину до 3–4 м. В период таяния снега на угодье учитывали испарение измерением уровня воды в закопанной ёмкости площадью 3600 см² с контролем его определения по дефициту влажности воздуха. Атмосферные осадки определялись дождемерами. Запасы влаги в почво-грунтах и её распределение по глубине вычисляли по данным термовесового определения их влажности. Общий сток с угодья измерялся треугольными водосливами Томсона. Доля возвышений и понижений на угодьях определялась весной в период образования луж в понижениях по их доле в проложенных маршрутах. Для повышения достоверности измерений по весенним маршрутам в период вегетации растений на угодье также по маршрутам определялась доля угодий (куртин) с аномально большой биомассой и запаздыванием усыхания и созревания растений по причине увеличенной обеспеченности влагой в условиях общего её дефицита в сухой степи. Исследованиями установлено, что эффективная площадь замкнутых понижений ($S_{\text{п}}$) на пашне равна в среднем 10% от общей водосборной площади, а на целинных участках она находится в пределах 15–20%. Под эффективной площадью замкнутых понижений идёт фильтрация воды за пределы активного слоя почв, и она идёт на питание подземных вод.

Исследования показали значительное задержание водного стока с мезовозвышений в замкнутых понижениях. Под возвышениями талые воды впитывались в землю, не уходя глубже слоя потребления влаги растительностью, и частично стекая, аккумулировались в понижениях.

На зяби, несмотря на большие запасы воды в снеге (в среднем 129 мм) и 28 мм стока воды с возвышений, за пределы пашни по наблюдениям в 1997–1999 гг. поверхностный сток в среднем составлял 1 мм. На выбитой целине водный сток с возвышений составлял в среднем 78 мм и с общей площади исследуемого угодья – 41 мм; на невыбитой целине сток талых вод с возвышений составлял 53 мм, а общий средний сток – 8 мм.

Под возвышениями за 4 года исследования питание подземных вод в весенний период выявлено только под плотной лесной полосой (138 мм) и отсутствовало на сельскохозяйственных угодьях. Под понижениями за пределы зоны потребления

влаги растительностью пошло талых вод на пашне 268 мм, на выбитой целине — 96 мм, на невыбитой целине — 361 мм. В расчёте на всю площадь угодий в подземные воды инфильтровалось соответственно 29, 17 и 50 мм.

Особенности влияния рельефа и всего комплекса природных условий вододефицитного Южного Урала на сельскохозяйственное землепользование, занимающего около 90% его территории, обуславливают необходимость разработки соответствующих систем сельскохозяйственного землепользования.

Сельскохозяйственное землепользование коренным образом изменило процессы развития естественной степи. В ней антропогенно изменены водный режим, растительность, почвообразовательный процесс и взаимодействие с окружающей средой: атмосферой, рельефом, поверхностными и подземными водами, животным миром, изменился социум и экономика её населения [3].

На обширных степных территориях ведётся интенсивная сельскохозяйственная деятельность, заменившая естественные биоценозы агроценозами или сделавшая их пастбищами и сенокосами с измененным видовым составом растительности и других компонентов естественной степи. Особенности длительного сельскохозяйственного землепользования в вододефицитной степной зоне и объятие им около 90% территории Южного Урала обуславливают необходимость введения географического понятия аграрная степь (агростепь) [9]. В её основе должно быть эффективное использование водных ресурсов региона как системообразующего компонента природы, социума и экономики, в том числе всех атмосферных осадков, поверхностного и подземного стока.

Выводы. Рельеф существенно влияет на распределение атмосферных осадков, водный сток и инфильтрацию. От макрорельефа зависит величина общего стока вод с территории, а от мезо- и микро-рельефа — распределение стока и инфильтрация в пределах угодья.

По разработанной автором методике исследован баланс талых вод на различных угодьях с учётом перераспределения их внутри угодий мезорельефом.

Мезорельеф и антропогенные изменения фильтрационных свойств поверхности сельскохозяйственных угодий в степной зоне существенно влияют на поверхностный водный сток, накопление и распределение влаги в почво-грунтах и инфильтрацию воды в подземные воды.

В связи с обширными длительными антропогенными изменениями сельскохозяйственной деятельности естественной степи предлагается ввести географическое понятие аграрная степь (агростепь).

Для вододефицитного Южного Урала необходимо разработать адаптированную систему сельскохозяйственного землепользования в аграрной степи. Её основой должно быть эффективное, экологически безопасное использование всех атмосферных осадков и водного стока как системообразующих компонентов степной природы, социума и экономики.

Проведённые исследования влияния рельефа на режим влаги почв сельскохозяйственных угодий позволяют разрабатывать методику ландшафтно-генетического использования водных ресурсов в природоподобных технологиях растениеводства степной зоны.

Литература

1. Кузник И.А. Некоторые фактические данные о водно-физических свойствах мерзлых почв и поверхностном стоке талых вод // Труды Агрономического института ВАСХИНИЛ. 1954. Вып. 7. С. 147–165.
2. Калужский В.А. Комплекс агролесомелиоративных мероприятий и его воздействие на сток и водную эрозию почв на Приволжской возвышенности: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Саратов, 1970. 21 с.
3. Нестеренко Ю.М. Водная компонента аридных зон: экологическое и хозяйственное значение. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 287 с.
4. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии. Монография в 3-х томах. Теоретическое изучение и моделирование геомиграционных процессов. М.: Изд-во МГГУ, 1998. Т. 1. 611 с.
5. Мосиенко Н.А. Агрогидрологические основы орошения. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 216 с.
6. Строительные нормы и правила. Определения расчётных гидрологических характеристик. СНиП 2.01.14–83. М.: Госстрой СССР, М., 1985. 144 с.
7. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1960. 621 с.
8. Коронкевич Н.И., Зайцева И.С. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия. М.: Наука, 2003. 367 с.
9. Нестеренко Ю.М. Природные условия орошения и его целесообразность на Южном Урале // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. № 1. 11 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2019-1/Articles/NYM-2019-1.pdf>. DOI: 10.24411/2304-9081-2019-11001.