

Учитывая, матрицу распределения длин улично-дорожной сети по клеткам и среднюю скорость автотранспортных потоков получаем, плотности потоков в каждой клетке каждого часа суток.

Считая что, все автотранспортные средства с карбюраторными двигателями, оцениваем расход топлива за час на каждой клетке. После по сеточной функции мы можем определить, что по городу средний расход топлива  $Q=53671,05$  л/час.  $\approx 39716,58$  кг/час.

Расход топлива по городу за сутки – 519161,8 кг/сут.

Расход топлива по городу за год - 189494,0713 т/год.

По техническим характеристикам и по расходу топлива можно вычислить на каждый вид транспортных средств выбросы вредных веществ.

Учитывая интенсивности транспортных средств в течении суток можно вычислить общее количество выбросов за сутки и за год.

Таким образом валовый выброс вредных веществ от автомобильного транспорта города Усть-Каменогорска составляет 52,340 тысяч тонн в год.

### **Библиографический список**

1. Мадияров М.Н. Геоинформационная система для моделирования процесса загрязнения воздушного бассейна промышленного города // Вестник инженерной академии Республики Казахстан. – Алматы, 2007. №3(25). – С. 18–23.

## **УДК 004**

### **Моделирование гидротермического режима системы «почва – приземный слой воздуха»**

***Ю.О. Карлова**  
АлтГУ, г. Барнаул*

В современных условиях изменяющегося климата изучение гидротермического состояния почв приобретает особую актуальность. Возрастающая частота аномальных явлений (ливни, засуха) заставляет по-новому взглянуть на проблемы тепло- гидрофизики почв. На территории Алтайского края встречаются различные сочетания природных факторов, которые обусловили формирование многих типов почв, различающихся по своим свойствам. При таком разнообразии почвенных условий необходимо дифференцированно, и, в тоже время, комплексно подходить к разработке и применению агромелиоративных технологий, направленных на рациональное использование, сохранение и по-

вышение плодородия почв. Научное обоснование и эффективное применение этих мероприятий возможно лишь на основе изучения почвенного покрова, и прежде всего, комплекса тепло- и гидрофизических свойств почв и их гидротермических режимов [1–3].

Тепло и влага определяют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, динамику в почве питательных элементов, разложение растительных остатков, миграцию почвенных растворов и газов, интенсивность питательного режима растений и протекания эвапотранспирации, отвечают за рост и развитие корневой системы растений, тем самым, определяя урожайность возделываемых культур.

Уравнение теплопереноса в одномерном случае описывается формулой (1):

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left( \chi \frac{\partial T}{\partial y} \right), y \in [0, H]. \quad (1)$$

где  $T$  – температура почвы, °C,  $\rho(x)$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>,  $c(w(x))$  – теплоемкость, Дж/(г · град°С),  $\chi$  – коэффициент теплопроводности, зависящий от влажности почвы  $w$ :  $\chi = \chi(w(x))$ , Дж/(м · с · К).

В уравнении теплопереноса (1) коэффициенты теплоемкости и теплопроводности зависят от влажности почвы, для определения которой была выбрана относительно простая модель, предполагающая: 1) отсутствие электрического поля, 2) изотермию вдоль потока и 3) постоянство концентрации растворенных веществ:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ D(W) \frac{\partial W}{\partial x} \right]; \quad (2)$$

здесь  $W$  – влажность в долях единиц,  $x$  – глубина почвенного профиля,  $t$  – время,  $D(W)$  – коэффициент диффузивности.

Уравнение (2) получено на основе анализа механизма диффузии в пористом массиве, когда учитывается возникновение потоков влаги под действием градиента капиллярного давления.

Результаты численных расчетов влажности и сравнение ее с фактическими данными приведено на рисунке 1. Как видно из графика модель дает достаточно удовлетворительные результаты.



Рисунок 1 – Влажность почвы, 2002 год

Для расчета температуры на поверхности почвы возникла необходимость разработки блока радиационного режима, а именно моделей КВР и ДВР [4, 5].

Температурный максимум на поверхности почвы наблюдается во время нахождения солнца в зените, температурный минимум – утром. Поэтому для расчета температуры на поверхности почвы в дневное время использовали значения КВР, в ночное – значения ДВР.

Солнечная радиация, приходящая на горизонтальную поверхность земли, рассчитывается по формуле (3):

$$R_c = \left( a_{sn} + b_{sn} \frac{n}{N} \right) R_a, \quad (3)$$

$N$  – длительность светового дня, час;  $n$  – продолжительность солнечного сияния, час;  $R_a$  – солнечная радиация, приходящая к границе атмосферы, Дж/м<sup>2</sup>с;  $a_{sn}$ ,  $b_{sn}$  – эмпирические коэффициенты, определяемые в процессе идентификации модели для каждого региона.

Для расчета максимальной температуры на поверхности почвы было получено универсальное уравнение линейной регрессии (4), независимыми переменными в котором выступали значения  $t_{max}^{возд}$  – температура воздуха и  $R_c$  – величина коротковолновой радиации (КВР):

$$t_{max} = 1,098645 \cdot t_{max}^{возд} + 0,026481 \cdot R_c + 1,974362. \quad (4)$$

Универсальность уравнения заключается в том, что оно было получено по ежедневным данным вегетационных периодов 2000–2006 годов для черноземов с суглинистой и тяжелосуглинистой структурой, восстанавливающее значение максимальных температур на поверхности почвы. Уравнение регрессии (4) построено по 670 исходным данным. Погрешность расчетов составила 9,5%. Апробация уравнения (4) была осуществлена на 2007–2010 годах.

Как видно из результатов (рисунок 2), уравнение (4) дает вполне приемлемую погрешность.

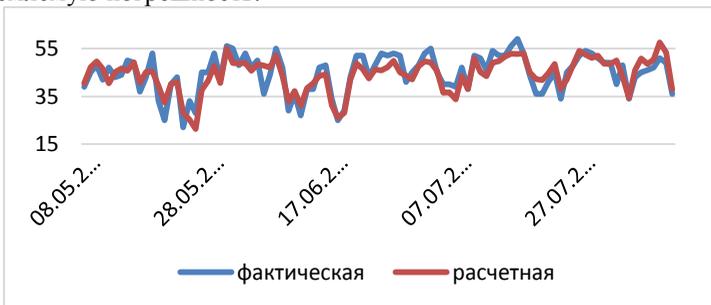


Рисунок 2 – Максимальная температура поверхности почвы, 2008 год

В связи с отсутствием данных для расчета ДВР, которая зависит от температуры водяного пара вблизи от земной поверхности (на высоте 1,5–2 мм) и средней облачности за месяц, а также фактических значений ДВР, было принято решение построить уравнение линейной регрессии (5), независимыми переменными в котором выступали значения  $t_{\text{вод.пара}}$  – температура водяного пара и  $\sigma$  – облачность:

$$t_{\text{min}} = 0.946183 \cdot t_{\text{вод.пара}} - 0.05549 \cdot \sigma + 2.784217 \quad (5)$$

Коэффициент детерминации равен 0.939261. Данная величина указывает на сильную зависимость между независимыми переменными  $t_{\text{вод.пара}}$ ,  $\sigma$  и фактической минимальной температурой поверхности почвы. Как видно из результатов (рисунок 3), уравнение (5) дает вполне приемлемую погрешность.



Рисунок 3 – Минимальная температура на поверхности почвы, 2007 год

### Библиографический список

1. Хворова Л.А., Жариков А.В. Численное моделирование составляющих теплового режима почв Алтайского Приобья // Известия АлтГУ. – 2013. – № 1/2. – С. 126–130.
2. Кирста Ю.Б., Кузиков С.С., Хворова Л.А. Имитационное моделирование влагообмена в почвах Сибирского региона // Обской вестник. – 1997. – №2-3. – С. 79–81.
3. Хворова Л.А. Методы исследования чувствительности моделей продуктивности агроэкосистем // Известия АлтГУ. – 2013. – № 1-1 (77). – С. 128–132.
4. Хворова Л.А., Брыксин В.М., Скобова Т.С. Моделирование теплового режима почвы с учетом приходящей длинноволновой радиации // Известия АлтГУ. – 2005. – № 1 (45). – С. 74–77.

5. Хворова Л.А., Журавлева В.В., Плинокосова Л.Н., Гриценко А.А. Результаты анализа и компьютерного тестирования блоков радиации и фотосинтеза // Известия АлтГУ. – 2001. – № 1. – С. 61–65.

**УДК 574.34:575.174.4**

### **Влияние оптимального промысла на менделевскую лимитированную популяцию**

*Е.А. Колбина<sup>1</sup>, Е.Я. Фрисман<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ИАПУ ДВО РАН, г. Владивосток;*

*<sup>2</sup>ИКАРП ДВО РАН, г. Биробиджан*

В большой серии современных исследований отмечено почти катастрофическое снижение эффективной численности популяций и потеря генетического разнообразия в результате антропогенного воздействия. Причем эти негативные для биологических видов тенденции наблюдаются не только в промышляемых популяциях (например, изменение генетической структуры порообразующих деревьев при восстановлении лесов после вырубки), промысловых видов рыб, но и в популяциях, которые явно не эксплуатируются, а испытывают на себе влияние антропогенного воздействия за счет фрагментации и сокращения среды обитания (например, генетические изменения в популяции саламандры). Окончательное решение вопроса, что происходит с адаптивной изменчивостью видов на фоне антропогенного воздействия, не является очевидным и тоже привлекает интерес исследователей.

Целью работы является описание и исследование наиболее простой модельной ситуации, в которой проявляются закономерности взаимосвязанных изменений динамики генетической структуры и численности популяций, вызванных взаимодействием эволюционных (в основном селективных) и экологических (ограничивающих популяционный рост) факторов, включая эффекты промыслового воздействия на эксплуатируемые популяции. В качестве такой модельной системы рассматривается диплоидная менделевская панмиктическая популяция, генетическое разнообразие в которой контролируется одним диаллельным локусом, экологическое лимитирование сводится к убывающей зависимости приспособленности от численности, а воздействие промысла - к изъятию части особей.

Введем обозначения:  $x_n$  – численность популяции в  $n$ -ом поколении,  $q_n$  – частота аллеля  $A$  в  $n$ -ом поколении (следовательно,  $(1 - q_n)$  –