порации с использованием полимерных мембран, а также показывают влияние температуры на производительность процесса. При увеличении температуры исходной смеси интенсифицируется прохождение нефтепродуктов через полимерную мембрану.

Выводы

Таким образом, используя данные схемы при очистке воды, можно не только выполнить задачу очистки, но также и получить чистые компоненты с возможным их последующим использованием.

Проектируя очистные установки, использующие мембранные технологии, следует учитывать время пребывания на очистке, а также режим работы. Именно определенные температурный режим и продолжительность очистки, регулируемая числом циклов на одном мембранном модуле, обеспечивают необходимую степень очистки. Наличие различных примесей в воде вызывает необходимость индивидуального подхода к проектированию мембранных установок для очистки воды от конкретных соединений, что в итоге определяет их стоимость.

Литература

1. Исследование проницаемости индивидуальных компонентов через полимерную мембрану [Текст] / Буртная И.А., Ружинская Л.И., Литвиненко Д.В., Кузьменко Е.В. // Материалы I Международной научно-практической конференции «Научная индустрия Европейского континента - ' 2006». –Днепропетровск: Наука и образование, 2006. – Т. 4. – С. 90.
2. Буртная, И.А.. Исследование выделения органических примесей из сточных вод с использованием мембранных технологий [Текст] / Буртная И.А. Литвиненко Д.В // Mateliały IV Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji "Nauka i inowacja - 2008". – Przemysl.: Nauka i studia, 2008. - Tym 10. Rolnictwo. Ekologia. Geografia i geologia. – Str.41.

Пропонується новий підхід до визначення заходів щодо зменшення впливу лісових пожеж на екологічний стан малих річок на основі розрахунку оптимальних показників лісистості, розораності та залуженості, що дозволить змінити спрямованість розвитку процесів в водних екосистемах убік їхньої стабілізації

Ключові слова: лісові пожежі, водні екосистеми, природоохоронні заходи

Предлагается новый подход к определению мероприятий по уменьшению влияния лесных пожаров на экологическое состояние малых рек на основе расчета оптимальных показателей лесистости, распаханности и залуженности, что позволит изменить направленность развития процессов в водных экосистемах в сторону их стабилизации

Ключевые слова: лесные пожары, водные экосистемы, природоохранные мероприятия

A new approach to the identification of activities that reduce the impact of forest fires on ecological condition of small rivers on the basis of estimation of optimal index of forest land, filled and tinned, that matures possible to change the direction of development processes in aquatic ecosystems in the direction of their stabilizations is proposed

Key words: forest fires, aquatic ecosystems, small rivers, nature protection activities

УДК 502.572:614.84:504.453

ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МАЛИХ РІЧОК

О. В. Рибалова
Кандидат технічних наук, доцент*
Контактный тел.: (057) 392-03-60; 067-417-47-89
E-mail: olga.rybalova@mail.ru

С. В. Бєлан
Кандидат технічних наук, доцент, доцент
*Кафедра охорони праці і техногенно-екологічної безпеки
Національний університет цивільного захисту України
вул. Чернишевського, 94, м. Харків, 61002
Контактний тел.: (057) 707 34 57

1. Вступ

Проблема виникнення пожеж і мінімізації їх наслідків є глобальною за своїми масштабами, бо щорічно на Землі виникає близько 7 мільйонів пожеж. В Україні спостерігається тенденція до збільшення кількості пожеж: протягом 2010 року на об'єктах та в населених пунктах України виникло 62207 пожеж, що на 41,3% більше, ніж у 2009 році. Протягом останніх трьох років кількість пожеж у природних екосистемах зросла більш ніж в 1,5 рази порівняно з попередніми роками [1]. Дослідження впливу лісових пожеж на екологічний стан поверхневих вод з метою розробки заходів щодо його зменшення є дуже важливою задачею.

2. Постановка проблеми

Лісові пожежі мають негативний вплив на всі компоненти природних екосистем: викликають забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод, втрат біорізноманіття. В умовах сучасної тенденції до потепління клімату підвищується ризик виникнення пожеж і втрати великих площ лісонасаджень, що викликає загрози негативних змін в природних екосистемах.

Відродження малих річок і раціональне використання водозбірної площі їх басейнів має велике значення, оскільки вони представляють важливий елемент географічного середовища. Аналіз екологічного стану малих річок, особливо в індустріально розвинутих регіонах, свідчить про вже практично досягнуту межу використання водних ресурсів, незважаючи на зниження темпів водокористування і впровадження державних і регіональних програм з охорони навколишнього середовища [2]. Тому впровадження запропонованого в статті підходу до зменшення впливу лісових пожеж на стан малих річок є дуже актуальним для їх оздоровлення та збереження водних екосистем.

3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для раціонального використання водних ресурсів потрібен всебічний аналіз взаємозв'язків усіх компонентів ландшафтно-географічної системи в цілому, облік їхнього генезису і властивостей, закономірностей формування та змін під впливом природних й антропогенних чинників. Дослідженню особливостей малих річок та науковому обґрунтуванню необхідності впровадження природоохоронних заходів по їх відродженню присвячено чимало наукових праць [3-6].

Внаслідок незначної площі басейну ступінь стійкості екосистем малих річок до антропогенного навантаження значно менше в порівнянні із середніми і великими річками.

Вплив лісу на малі річки більш значний в порівнянні з великими і середніми річками. Лісові насадження впливають на якісну складову стоку, поглинаючи з розчину катіони й аніони, поліпшуючи бактеріологічні властивості води, очищуючи їх від зважених твердих часток та впливаючи на температурний режим водних об'єктів. Ліс сприяє переходу поверхневого стоку у внутрішній і підвищенню меженного стоку за рахунок підземного харчування, а також знижує пікові навантаження поверхневого стоку [7].

Лісові пожежі знищують великі площі лісів, що створює небезпеку порушення екологічної стійкості малих річок та підвищує ризик виникнення підтоплення, тому впровадження заходів щодо зменшення цього негативного впливу на формування водних екосистем є надзвичайно актуальною задачею.

4. Постановка завдання та його вирішення

В статті пропонується новий підхід до визначення заходів щодо зменшення негативного впливу лісових пожеж на найбільш уразливий компонент екосистеми – малі річки.

Лісові пожежі є причиною зниження водорегулючої, ґрунтозахисної, санітарно – гігієнічної, кліматичної, природоохоронної та протиерозійної ролі лісу в природних екосистемах. Знищення пожежами прибережних лісів призводить до обміління річок та швидкого розмиву їх берегів.

Мінімальний стік більшості малих річок України формується за рахунок підземного харчування, що визначається місцевими гідрологічними і кліматичними умовами, характером підстилаючої поверхні (рельєф, ґрунт, рослинність, заболоченість, лісистість, озерність) та господарською діяльністю людини.

Господарське використання водних ресурсів малих річок у більшості випадків приводить до порушення стану, який формувався протягом багатьох століть і балансів взаємодії природних стокоутворюючих комплексів (ліс - річка, поле - річка, болото - річка і тощо).

Теоретико-методичною основою вивчення і використання водних ресурсів малих водотоків повинен бути системний підхід. Системний підхід має велике значення при розробці стратегії раціонального використання й охорони водних ресурсів малих річок з урахуванням наслідків прийнятих рішень для водогосподарських систем більш високого рівня, тому що будь-яка господарська діяльність на малому водозборі впливає на умови водокористування, водоспоживання і якість води в річці, яка приймає стік цього водозбору.

При вивченні гідрохімічних і гідрологічних особливостей малих річок водну екосистему необхідно розглянути як складову частину єдиного біогеоценозу з усіма прямими і зворотними зв'язками й у взаємодії всіх його елементів.

Окремі компоненти річкових екосистем за характером функціонування є відкритими біологічними системами. Тому обмін речовин і енергії здійснюється як між компонентами усередині однієї екосистеми, так і між сусідніми і навіть віддаленими системами. Основними факторами, що сприяють обміну або його фактично здійснюють, є рухливість повітря і води, дифузія газів, концентрація речовини в ґрунті і воді, життєдіяльність організмів, а також господарська діяльність людей.

В підсистемі лісу обмін з іншими підсистемами носить, як правило, однобічний характер і спрямований на винос речовин і енергії в інші підсистеми, що здійснюється в основному за рахунок рослинного

матеріалу. Уся ця органічна речовина використовується в інших підсистемах, а нерідко, при їхній відсутності – безпосередньо підсистемою річки. Завдяки цьому вміст біогенних елементів у водних системах може зростати.

При лісових пожежах і вирубці лісів, крім порушень водного балансу екосистеми річкового басейну, виникають певні зміни й у біотичному балансі, круговороті біогенних елементів, переривається річний цикл обігу поживних речовин не тільки в лісі, але й в інших підсистемах басейну. Органічна речовина зазнає розкладання, інтенсивність якого різко збільшується завдяки більш теплій і вологій підстилці. Відмирання кореневих систем дерев після їхньої вирубки приводить до зниження інтенсивності поглинання ними мінеральних елементів. Роль дерев у процесах перехоплення біогенів, опадів різко знижується, збільшується відкритий стік і вилужування біогенів за рахунок води, що просочується, тобто змінюється якісний вміст стоку. Наслідком цього є збільшення інтенсивності водної і вітрової ерозії. В результаті, якщо підсистеми лісу і річки розташовані в безпосередній близькості, кількість розчинених речовин, яка виносяться з підсистеми лісу, різко зростає, що приводить до підвищення їхнього вмісту в річкових водах. Якщо ж ліс розташований на схилах, то винесена звідти речовина практично не повертається назад, полишаючи межі екосистеми басейну даної річки. Речовина втрачається в результаті виносу органічних і мінеральних часток поверхневим стоком під впливом гравітаційних сил. Тому наявність лісових масивів на схилах річкових долин є головним чинником, що охороняє річкову підсистему від замулення, надлишку біогенних елементів тощо. Перераховані шляхи обміну речовиною й енергією підсистеми лісу з іншими підсистемами екосистеми річкової долини не вичерпують тієї різноманітності зв'язків, які існують у природних екосистемах у дійсності.

Отже, у формуванні річкового стоку ліс має наступні функції:

- лісові масиви перехоплюють атмосферні опади, використовуючи вологу частково для підтримки своєї життєдіяльності (транспірація, харчування кореневих систем тощо), а частково поповнюють підземні води, і в той же час зменшують поверхневий стік;

- ліси випаровують значно більше вологи ніж трав'яниста поверхня. Оскільки в лісі поверхневий стік практично відсутній, дощ та потала вода поглинаються лісовою підстилкою, інфільтрують у ґрунт і поповнюють ґрунтові води, які виклинцьовуються в долинах річок, забезпечуючи їх підземне харчування;

- річки, водозбори яких покриті лісом, мають у порівнянні з безлісними (розташованими в тій же зоні) більш рівномірний у часі стік і більш велику частку підземного стоку.

При розробці системи заходів щодо екологічного захисту й оздоровлення малих річок необхідно, насамперед, вивчити їхні природні особливості з виявленням параметрів стійкої рівноваги і проаналізувати наслідки антропогенного впливу з метою визначення гранично допустимих навантажень на водні екосистеми. При цьому басейн річки варто розглядати як єдину екосистему з визначеним взаємозв'язком між її компонентами - підсистемами річки, лісу, лугу, поля, тому що деградація однієї з них спричиняє погіршення природного стану інших.

До антропогенних чинників, що є причиною деградаційних процесів екосистем річок відносяться, насамперед розораність (Р), урбанизованість (У), водозабір підприємств промисловості, комунального і сільського господарства (ВЗ), стічні води підприємств промисловості, комунального і сільського господарства (СВ).

Показник ступеня негативного впливу антропогенних факторів на розвиток деградаційних процесів у екосистемах річок обчислюється за формулою [6]:

$$S_a^- = \frac{1}{2}(\text{У} + \text{Р}) \times (\text{ВЗ} + \text{СВ}) \qquad (1)$$

де

У - урбанізованість (відношення площі селітебної території до площі басейну річки), частка від 1;

Р – розораність (відношення площі розораної території до площі басейну річки), частка від 1;

ВЗ - показник впливу водозабору на зменшення стоку річок (відношення витрат водозабору водокористувачами до витрати річки 95% забезпеченості), частка від 1;

СВ. - показник впливу скидів стічних вод на гідрологічних режим річок (відношення витрат скиду води водокористувачами до витрати річки 95% забезпеченості), частка від 1;

До "позитивних" чинників стабілізації і поліпшення стану екосистем басейнів річок відносяться: лісистість (Л); залуженність (ЛГ); озерність (ПО); показник зміни стоку річки (ВІ).

Показник впливу позитивних факторів на розвиток процесів в басейнах річок розраховується за формулою [6]:

$$S_{ec}^+ = \frac{1}{2}(\text{Л} + \text{ЛГ}) \times (\text{ПО} + \text{ВІ}) \qquad (2)$$

де

Л - лісистість (відношення площі басейну, покритих лісами до загальної площі басейну річки), частка від 1;

ЛГ - залуженість (відношення площі басейну, покриту лугами до загальної площі басейну річки), частка від 1;

ПО - показник озерності (відношення площі водойм до загальної площі басейну річки), частка від 1;

ВІ - показник зміни гідрологічного стоку річки (відношення норми стоку до середньорічного об'єму стоку річки), частка від 1.

Коефіцієнт спрямованості процесів в басейнах річок (Кн) можна визначати відношенням величини негативного впливу антропогенних факторів на розвиток деградаційних процесів (S_a^-) до величини позитивного впливу природних факторів (S_{ec}^+) [6]:

$$K_н = \frac{S_a^-}{S_{ec}^+} \qquad (3)$$

Якщо $S_a > S_{ec}$, то $K_н > 1$, отже, антропогенні фактори впливають на розвиток деградаційних процесів у екосистемах річок, що вимагає визначення комплексу природоохоронних заходів на основі аналізу значимості впливаючих чинників і оцінки негативних наслідків.

Для стабілізації процесів формування гідрологічного і гідрохімічного режимів річки необхідне дотримання умови:

$$(У+Р) \times (ВЗ+СВ) < (Л+ЛГ) \times (ПО+ВІ) \qquad (4)$$

Для кожної природної зони і підзони існують значення лісистості, розораності й інших показників, при яких компоненти природного середовища знаходяться в близьких до оптимальних відношеннях. Відхилення фактичних показників формування гідрологічного і гідрохімічного режимів річок від природних (антропогенно-непорушених) дозволяє визначити імовірність порушення екологічної стійкості басейнів річок і може бути прийнята як міра екологічної небезпеки.

При недотриманні оптимального співвідношення площ підсистем лісу, лугу, поля порушується природне формування річкового стоку, що за умов інтенсивного водокористування викликає обміління і загибель річок. З метою покращення екологічного стану річок та їх відновлення після лісових пожеж запропоновано новий метод реструктуризації водозбірної площі на основі визначення оптимальних показників лісистості, розораності і залуженості.

На першому етапі реструктуризації господарського використання водозбірної площі необхідно розрахувати оптимальну лісистість за методикою Ю.П. Бялловича [8]:

$$Л_0 = Л_б + \frac{(О_р - М_р) \times (100 - Л_б)}{100 - М_р} \qquad (5)$$

де

$Л_о$ – оптимальна лісистість басейну річки, частка від 1;

$Л_б$ – існуюча лісистість басейну річки, частка від 1;

$О_р$ – загальна оптимальна лісистість району, частка від 1;

$М_р$ – масивна лісистість району, частка від 1.

Швидкість розповсюдження лісової пожежі залежить від багатьох чинників: географічного району, кліматичних умов, пори року, рельєфу місцевості, ландшафтних особливостей розташування лісу, класу пожежної небезпеки насаджень та інших чинників. Так, з наведених даних (табл.1) можна зробити висновок, що лісові пожежі можуть значно зменшити існуючу лісистість басейну річки.

Таблиця 1

Середня швидкість розповсюдження лісової пожежі в фронтальній зоні [9]

Клас пожежної небезпеки	Середня швидкість розповсюдження лісової пожежі, м/ хв		
	Весна	Літо	Осінь
I	2,0 – 1,5	1,0 – 0,5	0,5 – 0,25
II	1,0 – 0,5	0,5 – 0,25	0,4 – 0,25
III	1,0 – 0,5	0,5 – 0,25	менш 0,25
IV	0,5 – 0,25	0,25	менш 0,25

Пропонуємо визначати існуючу лісистість басейну річки з урахуванням її зменшення внаслідок лісової пожежі:

$$Л_б = Л^{е}_б - Л_п \qquad (6)$$

де

$Л^{1}_б$ - лісистість басейну річки до пожежі, частка від 1;

$Л_п$ – лісистість басейну річки втрачена внаслідок пожежі, частка від 1;

Дослідження Ю.П. Бялловичем [8] залежності середнього багаторічного коефіцієнта річкового стоку від лісистості водозбору різних регіонів України дозволило зробити висновок про те, що при збільшенні лісистості на 1% стік водного об'єкту збільшується на 0,4%. У відповідності з цим висновком пропонуємо розраховувати прогнозний показник зміни стоку при досягненні оптимальної лісистості ($ВІ_{ло}$) за формулами:

$$W^{пр}_{сг} = W_{сг} + \frac{W_{сг} \times (Л_б - Л_0) \times 0,4}{100} \qquad (7)$$

$$ВІ_{ЛО} = \frac{W^{пр}_{сг}}{W_р} \qquad (8)$$

де

$W^{пр}_{сг}$ – прогнозний середньорічний стік річки при досягненні оптимальної лісистості, тис.м^3;

$W_{сг}$ – середньорічний стік річки, тис.м^3;

$W_р$ – норма стоку річки, тис.м^3;

$Ві_{ло}$ – показник зміни стоку річки при досягненні оптимальної лісистості, частка від 1.

Необхідно відзначити, що лісові пожежі не тільки знищують значні площі лісів, також поверхневі води використовують під час гасіння пожеж, що особливо небезпечно влітку. З одного боку, саме в цей період року збільшується імовірність виникнення пожеж, з іншого боку, саме в літню межень забір води і скидання забрудненої в наслідок пожежогасіння негативно впливає на екологічний стан малих річок.

Чинники, якими не керують при реструктуризації господарського використання водозбірної площі позначимо таким чином:

$$У=В_1;\ (ВЗ+СВ)=В_2;\ Л_о=В_3;\ (ПО+ВІ)=D_4 \qquad (9)$$

Показник допустимої розораності розраховується за формулою:

$$Р_д = \frac{В_4}{2 \times В_2} \times (ЛГ_н + В_3) - В_1 \qquad (10$$

де

$Р_д$ – показник допустимої розораності, частка від 1;

$ЛГ_н$ – нормативна залуженість (0,25 – 0,3) в частках від 1.

Для зменшення впливу лісових пожеж на екологічний стан малих річок необхідно збільшити залуженість водозбірної площі річкового басейну до такої величини, щоб коефіцієнт спрямованості процесів в басейнах річок Кн. < 1. Для кожного басейну річки така величина залуженості буде оптимальною за умови дотримання виразів (4) і (7).

Показник оптимальної залуженості пропонуємо розрахувати за формулою:

$$ЛГ_о = \frac{2 \times В_2}{В_4} \times (Р_н + В_1) - В_3 \qquad (11)$$

де

$ЛГ_о$ – показник оптимальної залуженості, частка від 1;

$P_н$ – нормативна розораність (0,45 – 0,5) в частках від 1.

Запропонований підхід дозволив розробити пропозиції з удосконалення та комплексу природоохоронних заходів, в тому числі пропозиції щодо впровадження протиерозійних, агротехнічних і фітомеліоративних заходів з оздоровлення малих річок басейну р. Уди, Лопань, Оскіл в Харківській області, а також обґрунтувати необхідність реструктуризації водозбірної площі з метою збільшення впливу позитивних чинників на розвиток процесів, що відбуваються в їх басейнах. Як приклад ефективності запропонованого підходу до оздоровлення та відновлення екологічного стану малих річок шляхом реструктуризації водозбірної площі в табл..2 наведено дані по зменшенню коефіцієнту спрямованості процесів вбік їх стабілізації.

Таблиця 2

Прогноз зменшення впливу антропогенних чинників на розвиток деградаційних процесів при реструктуризації водозбірної площі малих річок басейну р.Уди в Харківській області

Наймену-вання річки	Прогнозний показник негативного впливу антропогенних чинників	Прогнозний показник впливу позитивних чинників	Прогнозний коефіцієнт спрямованості процесів	Коефіцієнт спрямованості сучасних процесів
р.Студенок	0,215	0,303	0,711	15,25
р.Немишля	0,049	0,230	0,214	3,07

Як показують розрахунки, завдяки збільшенню площ лісів і лугів, а також зменшення розораності водозбірної площі можна досягнути зменшення розвитку деградаційних процесів в басейнах малих річок.

5. Висновки

Лісові пожежі негативно впливають на екологічний стан поверхневих вод, особливий потерпають малі річки внаслідок особливих умов формування річкового стоку і залежності їх водності, гідрологічного режиму і якості води від параметрів, що характеризують поверхню водозбору (лісистість, заболоченість, еродованість, розораність, зарегульованість тощо).

З метою зменшення впливу лісових пожеж на екологічний стан басейнів малих річок запропоновано метод реструктуризації водозбірної площі на основі визначення оптимальних показників лісистості, розораності та залуженості.

Відродження річок може бути досягнуте шляхом усунення причин їхньої деградації і здійснення комплексу спеціальних організаційних, агротехнічних, лісомеліоративних і інших відбудовних водоохоронних заходів на основі аналізу раціональності господарського використання їхніх водних ресурсів і земель водозбірної площі.

Література

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році [Текст] / офіційний веб – сайт МНС України - 209с.
2. Малі річки України: Довідник [Текст] /А.В.Яцик, Л.Б. Бишовець, Е.О.Багатов та ін. / За ред. А.В.Яцика. - К.: Урожай, 1991. – 296 с.
3. Максимчук В.М. Задачи научных исследований по совершенствованию методов рационального использования и охраны водных ресурсов малых рек [Текст] / Максимчук В.М., Перехрест В.С. // Комплексное использование и охрана водных ресурсов малых рек. - М., 1979. - С.37-53.
4. Замахаев В.С. О рациональном использовании малых рек [Текст] / Замахаев В.С. // Вопросы географии. - М., 1981, № 118 - С.44-50.
5. Анисимова С.В. Разработка системы водоохранных мероприятий в бассейнах малых рек [Текст] / Анисимова С.В., Кузин А.К. // Пути восстановления водности малых рек степной зоны. - Ростов-на-Дону, 1984. - С.5-14.
6. Рыбалова О.В. Определение комплекса природоохранных мероприятий на основе оценки направленности процессов в экосистемах малых рек [Текст] / Рыбалова О.В. // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2003. - № 6 (6). - С. 88 – 92.
7. Рыбалова О.В. Метод идентификации бассейнов малых рек с низкой устойчивостью к антропогенной нагрузке [Текст] / Рыбалова О.В. // Довкілля та здоров'я. – К.: НПЦ „Екологія. Наука. Техніка" Товариства „Знання" України – 2004. - №2. - С. 37-48.
8. Бялович Ю.П. Нормативы оптимальной лесистости равнинной части УССР [Текст] / Бялович Ю.П. // Лесоводство и агролесомелиорация.– 1972. Вып. 28 - С.54-65.
9. Горшенин Н.М. Лесная пирология [Текст] / Горшенин Н.М., Диченков Н.А., Швиденко А.И. – Львов: Вища школа. Изд –во при Львов. ун-те., 1981. – 160 с.