

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

молодежной научно-практической конференции
в рамках Недели науки СПбПУ



секция “Природообустройство”

1 - 6 декабря 2014 года



Санкт-Петербург • 2014

УДК: [626.8+574.2+332.3]

Сборник докладов молодежной научно-практической конференции в рамках XLIII Недели науки СПбПУ, Санкт-Петербург, 1-6 декабря 2014 года. Секция "Природообустройство"/ СПбПУ. СПб., 2014. - 156 с.

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов, молодых ученых и сотрудников ФГАОУ ВО "СПбПУ", университетов Санкт-Петербурга и других субъектов Российской Федерации, зарубежных университетов, а также научно-исследовательских институтов, представленные на молодежную научно-практическую конференцию в рамках XLIII Недели науки СПбПУ. Доклады отражают современный уровень научно-исследовательской работы участников конференции в областях, водохозяйственного и гидротехнического строительства, информационных технологий природообустройства, ландшафтной архитектуры, инженерных мелиораций, гидрологии, землеустройства, гидрофизики почв и охраны окружающей среды. Представляет интерес для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлению "Природообустройство и водопользование", а также для аспирантов и работников системы высшего образования, сотрудников научно-исследовательских институтов.

Научный руководитель: зав. каф. «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» ФГАОУ ВО "СПбПУ" д.т.н., проф. Арефьев Н.В.

Секретарь: Чащина Т.Д.

Редакционная коллегия секции «Природообустройство»:
Арефьев Н.В. (глав. редактор), Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Горбовская А.Д.,
Зотов К.В., Кучурина Т.Н., Михалев М.А., Никонова О.Г., Павлов С.Я.,
Терлеев В.В. (отв. редактор), Чащина Т.Д. (техн. редактор).

Доклады зарубежных участников публикуются без перевода (на английском языке).

© ФГАОУ ВО "СПбПУ", 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
1 <i>Гонина А.В., Горбовская А.Д.</i> О возможности использования отходов растениеводства в качестве альтернативных источников энергии	7-8
2 <i>Борисова Ю.Ю., Горбовская А.Д.</i> Рекультивация песчано-гравийного карьера	9-10
3 <i>Виногорова Е.В., Горбовская А.Д.</i> Оценка состояния рекультивированных территорий после добычи фосфоритов	10-13
4 <i>Попова О.В., Горбовская А.Д.</i> О необходимости учета природных геопатогенных зон при строительстве в Санкт-Петербурге	14-15
5 <i>Рябых В.В., Грушко И.В., Горбовская А.Д.</i> О возможности реконструкции ветхого жилья в Санкт-Петербурге	16-18
6 <i>Старыгина А.Л., Горбовская А.Д.</i> Экодизайн в интерьере и его влияние на жизнедеятельность человека	18-20
7 <i>Бахматова К.А., Горбовская А.Д., Старыгина А.Л.</i> Современное состояние памятника природы регионального значения «Парк Сергиевка»	20-23
8 <i>Усольцева М.С., Горбовская А.Д.</i> Рекультивация территорий промышленных зон в Санкт-Петербурге	23-25
9 <i>Шулгунова Н.И., Горбовская А.Д.</i> О комплексе защитных сооружений Санкт-Петербурга	25-27
10 <i>Рябых В.В., Грушко И.В., Горбовская А.Д.</i> Реконструкция фонтана во дворе особняка М.Ф. Кшесинской	28-30
11 <i>Богданов В.Л., Кулинич Д.В.</i> Использование и рынок земель сельскохозяйственного назначения на территории Смоленской области	30-33
12 <i>Богданов В.Л., Гарманов В.В., Тимофеева Ю.Р., Терлеев В.В., Баденко В.Л.</i> Динамика нарушенных земель и качественного состава хвостов на горно-обогатительном комбинате	34-36
13 <i>Гарманов В.В., Погодина Е.И., Пилипенко Е.А., Терлеев В.В., Баденко В.Л.</i> Использование материалов мониторинга земель в процессе управления землепользованием	37-40
14 <i>Гарманов В.В., Итикеев И.И., Каменная К.Д., Ромасева Л.А., Терлеев В.В., Баденко В.Л.</i> Использование материалов государственной кадастровой оценки земель промышленности для управления землепользованием	41-43

15	<i>Шишов Д.А., Козырева Е.В.</i> Некоторые аспекты практики внесения изменений в земельное законодательство	44-46
16	<i>Шишов Д.А., Стрекулев Г.Б.</i> Методические подходы к экологической рационализации землепользования техногенных ландшафтов (землеустроительный аспект)	46-49
17	<i>Семанина Е.П., Павлов С.Я.</i> Методы гидроизоляции фундаментов	49-52
18	<i>Величко А.С.</i> Расчет нормализованной функции гидравлической проводимости почвы	52-55
19	<i>Леонов А.С., Курицина Д.А.</i> Математическое моделирование гидрофизических свойств почвы в информационном обеспечении инженерно-мелиоративных изысканий	55-57
20	<i>Семанина Е.П., Куликова А.В.</i> Об оценке водоудерживающей способности почвы с использованием почвенно-гидрологических констант	58-60
21	<i>Тарасевский Ф.Г., Дериземля В.А., Баденко В.Л.</i> Внедрение геоинформационных систем в процессы точного земледелия	60-63
22	<i>Абрамова А.В.</i> Математическая модель симбиотической азотфиксации и ее включение в комплексную модель продукционного процесса сельскохозяйственных растений в многолетнем севообороте	63-65
23	<i>Казанцев В.О., Медведев С.А.</i> Проблемы создания универсальной среды поливариантного анализа произвольных динамических моделей агроэкосистем	66-68
24	<i>Петровский Р.С., Моисеев К.Г.</i> Фрактальная модель для расчета коэффициента фильтрации влаги в капиллярно-пористой среде	68-71
25	<i>Зинчук Е.Г., Моисеев К.Г., Гончаров В.Д., Павлов А.М.</i> Оценка изменения структуры почвенного покрова и физических свойств почв в результате гидротехнических мелиораций	71-74
26	<i>Курицина Д.А., Леонов А.С., Павлов С.Я.</i> Разработка инженерно-технических мероприятий по восстановлению гидросистемы государственного музея-заповедника «Гатчина»	75-77
27	<i>Михалев М.А., Петрова Е.А., Шилов С.О.</i> Местный размыв русла за водосбросами	77-80
28	<i>Тарасевский Ф.Г., Дериземля В.А., Ибраева Ю.А., Немова Д.В.</i> Методы повышения энергоэффективности жилого здания	80-82

- 29 *Волчкова О.В., Волкова Ю.В.* Обзор современных строительных материалов, используемых при устройстве детских площадок, с учетом их экологичности и безопасности 82-85
- 30 *Соколова Н.В., Терентьева О.А., Талеева И.И.* Разработка проекта парка аттракционов в национальном колорите 85-88
- 31 *Герасимов Н.С., Кудимов Е.Д., Пожарнов К.С., Хегай С.В., Жажсков В.В., Семина К.Е., Семин Е.Г.* Энерго- и ресурсосбережение в технологии очистки сточных вод 88-90
- 32 *Зотов Д.К., Зотова Т.В., Клушенцев В.А.* Использование метода обработки изображений частиц для расчета мгновенных полей скоростей в открытых потоках и гидравлической крупности 91-93
- 33 *Зотов Д.К., Кучурина Т.Н.* Физическая модель для исследования гидравлических процессов в системах охлаждения АЭС 93-96
- 34 *Петровская Е.П., Соколова Н.В.* Математическое моделирование гидрофизических свойств почв в инженерно-мелиоративных изысканиях 96-98
- 35 *Чащина Т.Д.* Анализ состояния зеленых насаждений буферной зоны Юнтоловского заказника 98-101
- 36 *Никоноров А.О., Баденко В.Л.* Анализ проведения берегоукрепительных работ на водохранилищах Волжско-Камского каскада ГЭС 101-104
- 37 *Вовкушевская А.Р., Павлов С.Я.* Использование деревянных перекрытий в сооружениях XIX - начале XX веков и в современном строительстве 104-106
- 38 *Федоров А.А., Павлов С.Я.* Патио: история объекта и его адаптация к условиям Северо-Запада России 107-109
- 39 *Горбатов В.И., Павлов С.Я.* Мойка пожарных автомобилей: обеспечение оптимальных условий процесса 109-112
- 40 *Никоноров А.О., Арефьев Н.В., Павлов С.Я.* Ограждающие конструкции, используемые при реконструкции гидротехнических сооружений в Санкт-Петербурге 112-114
- 41 *Осипов И.А., Зыбина О.А.* Повышение предела огнестойкости деформационных швов строительных конструкций с помощью интумесцентной герметизирующей композиции 114-115
- 42 *Никоноров А.О.* Учет явления гистерезиса при моделировании водоудерживающей способности почвы 116-118

43	<i>Кольцова В.А.</i> Представления о капиллярных свойствах и логнормальном распределении эффективных радиусов почвенных пор как основа моделирования водоудерживающей способности почвы	119-121
44	<i>Новиков А.И.</i> Расчет функции гидравлической проводимости почвы с помощью данных о водоудерживающей способности почвы	122-124
45	<i>Семанина Е.П., Куликова А.В.</i> Учет гистерезиса водоудерживающей способности почвы для расчета норм поливов	125-127
46	<i>Баденко Г.В., Соколова Н.В., Петровская Е.П.</i> Оценка состояния мелиорированных земель для планирования инвестиций на примере Ленинградской области	127-129
47	<i>Величко А.С., Кучурина Т.Н.</i> Разработка мероприятий по недопущению отложения взвешенных наносов в открытых элементах систем охлаждения АЭС	129-131
48	<i>Зотов Д.К., Зотов К.В., Слепухин К.В.</i> Моделирование диффузных сельскохозяйственных источников загрязнения на осушаемых землях	132-134
49	<i>Михалев М.А., Ли Шао Вэй</i> Оценка современного качества воды в реке Хуанхэ	135-136
50	<i>Михалев М.А., Ли Цзяжу</i> Река Янцзы и ее современное состояние	136-138
51	<i>Величко А.С., Зотов К.В.</i> «Самозалечивание» трещин противодиффузионных элементов грунтовых плотин	138-141
52	<i>Аль Джбури Маад Фарук, Горбовская А.Д.</i> Организация создания садово-паркового проекта	141-144
53	<i>Карыспаева А.Е., Арефьев Н.В.</i> Энергоснабжение жилого дома в Алма-Атинской области комплексом установок на нетрадиционных источниках энергии	144-146
54	<i>Вырышева К.Н., Никонова О.Г.</i> Перспективы развития зеленых стандартов в России	146-149
55	<i>Čerkasova N., Denisov V., Venckuvienė L.</i> Modeling the effects of potential climate change on the hydrology of the Curonian Lagoon watershed using soil and water assessment tool (SWAT)	149-152
56	<i>Gricius G.</i> Development of hydrometeorological data collection system for Baltic Sea	153-155

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА
В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. Так, при переработке зерновых культур образуется большое количество отходов в виде лузги, утилизация которых вызывает большие проблемы. Одним из методов утилизации может быть их добавление в общую массу к ТБО на специальных полигонах с установкой по сбору биогаза, который затем используется для производства энергии [1]. Оставшаяся масса затем может быть использована в качестве удобрения на с.-х. поля или при проведении работ по рекультивации нарушенных земель.

Методы получения биогаза из бытовых и промышленных отходов, в состав которых входит и органическая составляющая, достаточно хорошо изучены. Из 1 кг отходов, при разложении на 70%, образуется 55-70% метана, 28-43% углекислого газа, сероводорода и других газов [2].

В качестве другого способа утилизации предлагается технология переработки лузги овса, ячменя, гороха, подсолнечника и др. в пеллетное топливо. При гранулировании исходный материал уплотняется в 5-10 раз. Такое топливо обладает рядом преимуществ, среди которых следует отметить постоянство качественных характеристик, удобство хранения, возможность использования в системах с автоматической подачей топлива. В результате решается вопрос не только стабильности снабжения энергоносителями, но и проблема экологически чистой утилизации отходов производства.

Использование этого топлива в действующих системах отопления показывают, что его теплоёмкость составляет $8400 \div 9600$ кКал/кг [3], при этом, при сжигании количество выделяемого углекислого газа незначительно, а количество других вредных выбросов ничтожно мало (табл. 1).

Из таблицы видно, что пеллетное топливо из смеси лузги различных видов зерновых значительно дешевле и не уступают по производительности природному газу и дизельному топливу.

В настоящее время топливные гранулы пользуются широким спросом на рынках, особенно в Европе. В США работают заводы, использующие золу от сжигания, которая состоит из аморфной и кристаллической фаз кремнезёма. Известно, что из 1 тонны шелухи получают 120-200 кг кремнезёма с содержанием SiO_2 - 90-99% [4]. Области применения аморфного кремнезёма обширны и зависят от его характеристик. Используют такие формы кремнезёма, как “диатомовая земля” или “диатомит”, “трепел”, “белая сажа”, “аэросил”. Продукт применяется также и как сырьё для звуко- и термоизолирующих строительных материалов, аморфный кремнезём называют «лекарством» для бетона [5].

Отходы переработки продукции растениеводства в России и других странах образуют огромный объём биомассы, пригодной для дальнейшего использования, в том числе для энергетических целей, поэтому этот ресурс необходимо использовать более интенсивно.

Таблица 1. Энергоемкость различных видов топлива [3]

Энергоноситель	Ед. изм.	Цена, руб.	Энергоемкость, кКал/кг	КПД оборудования	Стоимость тепла, руб./Гкал
Электричество	кВт. час	2,80	1160	0,95	3 050
Дизтопливо	л	26,00	10000	0,85	3 280
Топочный мазут	кг	12,00	9600	0,8	1 580
Уголь	кг	2,00	4500	0,72	650
Природный газ	м ³	3,20	9000	0,8	490
Древесные пеллеты	кг	4,50	4100	0,85	1 400
Брикет Pinu-Key из различного сырья	кг	4,0	3500	0,7	1 700
Пеллеты из лузги овса	кг	3,00	9600	0,9	380
Пеллеты из лузги овса, гречки, соломы и т.п.	кг	0,80	9600	0,9	115

ЛИТЕРАТУРА:

1. Переработка растительных и пищевых отходов: официальный сайт компании Биоконплекс. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biokompleks.ru/work/waste> (Дата обращения 01.10.2014).
2. Продукты переработки маслоэкстракционного завода «Чишминское» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tdsigma.ru> (дата обращения 18.09.2014).
3. Бесчетов О.А. Технология производства пеллет из лузги: Конструкторское Бюро [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rustechnolog.ru/technologii/pelletnoetoplivo.html> (дата обращения 31.03.2014).
4. Сергиенко В.И., Земнухова Л.А., Егоров А.Г. [и др.] Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи [Электронный документ] // Российский химический журнал. 2004. № 3. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2004-3/116.pdf> (дата обращения 16.10.2014).
5. Бердов Г.И., Зырянова В.Н., Кучерова Э.А. [и др.] Химия (специальные разделы для направления «Строительство»): Методическое пособие. Новосибир.: НГАСУ, 2011. 187 с.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО КАРЬЕРА

Оптимизация природной среды предполагает поиск сбалансированного отношения между эксплуатацией геосистем, их охраной и целенаправленным преобразованием, Комплекс мероприятий, направленных на нахождение оптимального варианта природопользования на уровне ландшафта, является ее экологической оптимизацией [1].

Обследования последних лет, начатые в 1980 году в Тверской области, показали, что на ее территории имеются около 3 тыс. мелких карьеров, большинство из которых не рекультивированы и не используются в народном хозяйстве, зарастают, используются после отработки под свалки. Один из таких примеров - Дмитровский карьер в Калининском районе Тверской области, на котором после окончания работ по выемке песков предполагается провести ряд инженерных работ по его рекультивации.

Площадь, подлежащая рекультивации, составляет 7,2 га. Объем планировочных работ по выравниванию подошвы карьера составляет 1,6 га, площадь выполаживаемых откосов - 0,8 га (наклонная поверхность). После проведенных исследований, в соответствии с планом природоохранных мероприятий был составлен план проведения работ [2]. На техническом этапе рекультивации в сухой части карьера необходимо проведение планировки подошвы карьера до генеральных отметок 91-92 м. На втором этапе горнотехнической рекультивации производится выполаживание откосов бортов до естественного падения 15° в местах, где они превышают высоту 2 м с целью создания пологих переходов и благоприятных условий для передвижения [3].

Биологический этап рекультивации осуществляется не в полном объеме, поскольку в процессе производства горных работ подошва карьера частично была спланирована в пределах генеральных отметок, а за прошедшие 3-5 лет эти места естественным путем заросли мелкоколесьем и травой. Нанесение плодородного слоя и посев трав предусматривается только в местах, где не произошло зарастание. Восстановление плодородия нарушенных земель осуществляется нанесением ранее снятого плодородного слоя, а также привозного обогащенного плодородного грунта. После этого предусматривается дополнительно посев многолетних трав и посадка декоративных кустарников, например: шиповник (*Rosa canina*), барбарис (*Berberis vulgaris*), терновник (*Prúnus spinósa*).

Кроме того, проектом предусмотрено обустройство обводненной части карьера. Глубина водоема предусматривается до 2-х м. Углы береговых откосов выдерживаются в соответствии с нормативными требованиями - в пределах $5-25^\circ$ при высоте берега под водой не более 2-х м, над водой - 3-х м. Вокруг водоема предусматривается выполаживание бортов карьера до угла падения откосов не более 10° [4].

При завершении формирования откосов проводят работы по укреплению откосов путем посадки растительности [5, 6]. Обустройство береговой линии проводят с целью улучшения состояния экологического равновесия, что положительно отражается на флоре и фауне водоемов и прибрежных территорий. При озеленении береговых склонов выделяют 4 пояса: подводный, переменный, первый и второй надводный.

На подводном поясе необходимо высадить полосу из таких растений как: тростник (*Phragmites australis*), камыш укореняющий (*Scirpus radicans*), рогоз узколистный (*Typha angustifolia*), осока (*Carex appropinquata*), которые обеспечат требуемую естественную защиту берега, создадут благоприятные условия для биологической регенерации водоема.

Пояс переменного уровня можно закрепить укладкой хворостяных прутьев ивняка (*Salix viminalis*), которые вскоре прорастут и образуют заросли, выполняя функцию

берегоукрепления, а их корневая система препятствует образованию противозерозионных и оползневых процессов.

На первый надводный пояс требуется нанести потенциально-плодородный слой почвы с последующим посевом многолетних трав и посадкой древесной растительности, например: березы повислой (*Betula pendula*), дуба черешчатого (*Quercus robur*), клена остролистного (*Acer arqutum*). При необходимости создания пляжа, береговая часть водоема оставляется чистой.

На втором надводном поясе возможно обустройство зоны отдыха, с наличием прогулочных, велосипедных дорожек, спортивных и детских площадок, малых архитектурных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. М., Мысль, 1980, 264с.
2. Земельное право РФ. Сборник нормативных актов. М., МНЭПУ, 1993.
3. Горлов Д.В. Рекультивация земель на карьерах. М.: Недра, 1981. 260с.
4. Малышева Н.А., Сиренко В.Н. Технология разработки месторождений нерудных строительных материалов. М.: Недра, 1977.
5. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. М.: Колос, 2003. 94с.
6. Баева Р.И., Горбовская А.Д., Дворникова Л.Л. и др. О некоторых свойствах грунтов-отвалов рекультивированных площадей // Вестн. ЛГУ. Сер.7. 1985. № 21.

УДК 622

Е.В.Виногорова, А.Д.Горбовская
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПОСЛЕ ДОБЫЧИ ФОСФОРИТОВ

Техника современной горнодобывающей промышленности позволила широко использовать открытый способ добычи полезных ископаемых. Однако при этом полностью уничтожается почвенный и растительный покров, нарушаются гидрологические условия района разработок, возможен вынос на дневную поверхность неплодородных или даже токсичных пород, резко ухудшается экологическая обстановка на прилегающих территориях. Частичное возмещение причиненного ущерба может быть устранено путем рекультивации нарушенных земель.

Объектом изучения послужили рекультивируемые территории после добычи фосфоритов. Целью работы является оценка экологического состояния почвы и растений на обработанных землях при открытой добыче фосфоритов.

Кингисеппское месторождение фосфоритов расположено в Кингисеппском районе Ленинградской области, в 120 км от г. Санкт-Петербурга. Протяженность месторождения с запада на восток составляет 21 км, а с севера на юг – до 15 км. Западная, восточная и южная границы месторождения совпадают с береговыми линиями рек Нарва и Луга, Нарвского водохранилища; северной границей является линия Балтийско-Ладожского глинта, ограничивающего распространение продуктивного горизонта фосфоритов.

Образование техногенных экосистем начинается с вызываемых техногенезом существенных изменений природной среды. Уничтожается растительность, на поверхность выносятся глубинные породы. Возникает техногенный элювий, не имеющий ничего общего с зональными почвами и представляющий биологически стерильные ландшафты, которые постепенно осваиваются живыми организмами.

Рекультивация нарушенных площадей осуществляется по планам горных работ, в соответствии с техническими условиями принимается лесохозяйственное направление, включающее технический и биологический этапы. Технический этап рекультивации включает горнопланировочные работы (работы по выравниванию поверхности отвалов) и работы по созданию на выровненной поверхности отвалов рекультивационного слоя из пород рыхлой вскрыши. Грубые горнопланировочные работы проводятся круглогодично. При осуществлении технического этапа рекультивации и проведении планировочных работ формируется волнистый рельеф с уклонами до 10-120, обеспечивающий более интенсивное осушение территории.

При разработке месторождения в зависимости от преобладающих во вскрыше пород формируются два типа отвалов: 1-й тип – преобладают скальные породы и песчано-глинистые грунты, 2-й тип на участках с торфяной залежью – скальные породы и торфяно-песчано-глинистые грунты [1].

Важным условием успешной рекультивации является формирование рекультивационного слоя с максимальным содержанием рыхлых пород. На территории месторождения после горнотехнического этапа работ формируются площади, сложенные безрудными горными породами различного вещественного и гранулометрического состава. Складирование вскрышных пород осуществляется в карьеры без четкого их разделения. Механический состав такой массы неоднороден и состоит из смеси твердого и рыхлого материала. Для всех грунтов характерна сильная пестрота гранулометрического состава, вызванная неоднородностью вскрышных пород. Состав мелкозема в основном среднесуглинистый, а также встречаются участки с супесчаными грунтами [2].

Толща вскрышных пород, сформированная переслаиванием в различной степени глинистых и доломитизированных карбонатных пород нижнего, среднего ордовика и среднего девона, представляет собой скальную вскрышу. Вышезалегающие породы рыхлой (мягкой) вскрыши представлены континентальными осадками верхнего отдела четвертичной системы. По пригодности пород для рекультивации породы скальной вскрыши относятся к группе непригодных, а породы мягкой вскрыши – к группе потенциально-плодородных для лесохозяйственной рекультивации [3].

Для оценки экологического состояния территории, после выполнения технического этапа рекультивации, проводился анализ химического состава почво-грунтов и растений - клевера розового (*Trifolium hybridum*) и донника белого (*Melilotus albus*), произрастающих на карьерах.

Химический анализ свойств почво-грунтов показал, что среда имеет щелочную реакцию. Это объясняется присутствием на поверхности известковых пород, которые обогащают среду при вымывании гидроксид-ионами, нейтрализующими ионы водорода [4, 5].

Следует отметить, что в поверхностном слое отвалов относительно быстро протекают процессы образования и накопления органического вещества. Это является характерной особенностью молодых почв техногенных экосистем. Быстрое накопление органического вещества указывает на интенсивные биохимические процессы, протекающие в формирующихся почвах и развитие растительного покрова. В отвалах двухлетнего возраста обнаружено относительно широкое варьирование содержания органического вещества. Полученные данные свидетельствуют также о постепенном обогащении молодых почв обменными катионами Ca и Mg. Ионы кальция способствуют повышению прочности структуры органического вещества и улучшению роста растительности [6].

В формирующихся почвах отмечается высокое содержание водорастворимых соединений фосфора вследствие того, что на территории этот элемент содержится в почвообразующих породах. Это объясняется высоким содержанием карбонатов на

поверхности отвалов, способствующих образованию углекислого газа химическим путем, который в присутствии воды переходит в углекислоту, более или менее быстро растворяющую нерастворимый фосфат [7].

По мере восстановления почвенного покрова содержание фосфора несколько уменьшается в связи с тем, что происходит вымывание фосфорных соединений. В старых отвалах, где больше органического вещества, богаче разнообразие микробного комплекса и растительности, происходит накопление соединений фосфора, которые вовлекаются в биологический круговорот [1, 2].

Свободноживущие и ризосферные микроорганизмы участвуют в процессах разрушения минералов, содержащих фосфор, минерализации фосфорорганических соединений и способствуют переводу его нерастворимых форм в растворимые. Эти процессы составляют основу превращений фосфора в природе [8].

Доступность фосфора для растений увеличивается при минерализации органического вещества. Необходимо отметить, что органическое вещество способствует лучшему усвоению фосфора из почвы. Такое действие органического вещества в большей мере связано с его положительным влиянием на физико-химические свойства почв. По мере формирования почвенного слоя происходит также накопление водорастворимых соединений калия [9, 10].

В процессе жизнедеятельности почвенных организмов одни элементы вовлекаются в биологический круговорот, входя в состав органических веществ, другие окисляются, восстанавливаются, включаются в комплексы и т.д. Очень важны превращения, связанные с микроэлементами, которые необходимы всем организмам в очень малых дозах, но при этом роль их необычайно велика, так как они входят в состав ферментов и определяют их активность. Такова, например, роль молибдена, кобальта, меди, цинка.

По содержанию тяжелых металлов и микроэлементов грунты всех карьеров близки между собой, но по отдельным элементам несколько отличаются. Так песчаные грунты карьера 2 по сравнению с другими менее обогащены различными элементами, исключение составляют свинец, хром и особенно фтор. Самый высокий суммарный коэффициент накопления отмечен в грунтах карьера 1, здесь самое высокое содержание меди, свинца, бериллия, никеля, хрома, ванадия.

Карьеры 3 и 5 имеют близкие значения суммарного коэффициента, несколько выше на последнем содержание никеля и кобальта. Особое внимание следует уделить повышенному содержанию фтора, которое связано с тем, что он является сопутствующим элементов фосфоритов и попадает в грунты с остатками руды. В исследуемых почво-грунтах его содержание варьирует от 20 до 350 мг/кг почвы [1, 2].

Для оценки общего уровня загрязненности почво-грунтов тяжелыми металлами был рассчитан суммарный показатель загрязнения Zс. Коэффициенты загрязнения по каждому карьере представлены на рисунке 1.

Растительность не только весьма чувствительна к нарушениям окружающей среды, но и наиболее наглядно отражает загрязнение почвы. Для выявления накопления микроэлементов в растениях изучалась надземная масса и корни *Trifolium hybridum* и *Melilotus albus*. По общему содержанию химические элементы располагаются в следующий ряд: Ва>Mn>Sr>F>Cu>Pb>Be. Содержание фтора в исследуемых растениях представлено в таблице 1.

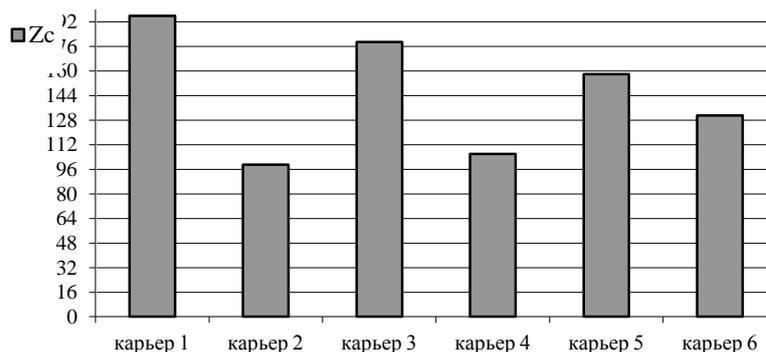


Рис. 1. Коэффициент суммарного загрязнения в почво-грунтах карьеров

Таблица 1. Содержание фтора в растениях (%)

Участок	Клевер <i>Trifolium hybridum</i>		Донник <i>Melilotus albus</i>	
	надземная часть	корни	надземная часть	корни
Фон	0,0047	0,0068	0,0040	0,0052
Карьер 1	0,0170	0,0410	0,0210	0,0136
Карьер 3	0,0410	0,0684	не опред.	не опред.

Таким образом, проведенные исследования сформированных почво-грунтов и произрастающих на них растений выявили значительное превышение большинства химических элементов по сравнению с ПДК и фоном, используя оценочную шкалу опасности загрязнения [11], почвы следует отнести к категории «опасных» и «чрезвычайно опасных». Отметим также, что перспективным направлением в формировании оценочных шкал является подход на основе нечетких множеств [12].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баева Р.И., Горбовская А.Д., Дворникова Л.Л. Влияние ПО «Фосфорит» на окружающую территорию // Вестн. ЛГУ, Сер.7. 1990. Вып. 4.
2. Гагарина Э.И., Горбовская А.Д., Баева Р.И. Нарушение природных экосистем в районе добычи фосфоритов. Почвоведение. 1992. № 5.
3. Горлов Д.В. Рекультивация земель на карьерах. М.: Недра, 1981. 260 с.
4. Иванов И.И. Экологическая геохимия элементов. Е. 1-6. М., 1994-1997.
5. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М., 1973.
6. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: 1997.
7. Ревич Б.А. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990.
8. Аристовская Т.В. Микробиология процессов почвообразования. Л.: Наука, 1980. 187с.
9. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
10. Глазовская М.А., Добровольская Н.Г. Геохимические функции микроорганизмов. М.: МГУ, 1984.
11. Саг Ю.Е., Ревич Б.Я., Янин В.П. и др. Геохимия окружающей среды. М., 1986.
12. Баденко В.Л. Анализ экологических рисков в ГИС на основе нечетких множеств // Информация и космос. 2013. №3. С. 78-84

О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА ПРИРОДНЫХ ГЕОПАТОГЕННЫХ ЗОН
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В настоящее время в связи с ухудшением экологической среды в мегаполисах непрерывно повышается актуальность учета негативных природных факторов при проектировании жилищного строительства. Среди природных факторов, определяющих экологическое состояние Санкт-Петербурга, геоэкологический является одним из важнейших [1]. Особенности геологического строения территорий города определяются его положением в зоне контакта двух региональных структур – Балтийского щита и Русской платформы, имеющих горные породы, характеризующиеся повышенным содержанием природных радионуклидов. К ним относятся граниты (Балтийский щит), песчаники гдовского горизонта, гдовский водоносный горизонт и диктионемовые сланцы (Русская платформа).

Известно, что высокий уровень газообменных процессов в тектонически нарушенных зонах влияет на приземный слой атмосферы. Природные источники ионизирующего излучения (ИИИ) создают 70% суммарной дозы, получаемой человеком от всех источников излучения. Наибольший вклад вносит радон и продукты его распада, которые в зонах тектонических разломов земной коры по трещинам выходят на поверхность. Радиоактивный фон воздуха над этими участками существенно превышает предельно допустимые уровни, иногда на несколько порядков [2]. Отрицательное влияние техногенного загрязнения [3], в том числе - наличие зон повышенной естественной радиоактивности, на состояние городских агломераций настолько велико, что позволило академику В.И. Осипову назвать их зонами экологического риска [4].

Радон является радиоактивным газом, который образуется в процессе естественного радиоактивного распада пород, содержащих уран. Как правило, на поверхности земли радон не накапливается, т.к. он тяжелее воздуха в 7,5 раза, но он способен концентрироваться в закрытых подвалах зданий, помещениях, низинах и т.п. в количестве, превышающем ПДК в десятки раз. На территории южных районов Санкт-Петербурга развиты на незначительных глубинах (а местами и выходят на дневную поверхность) ураноносные диктионемовые сланцы ордовика. Это обуславливает высокую радоноопасность территорий Красносельского и Пушкинского районов.

До 1991 г. в Санкт-Петербурге не проводились исследования и защитные мероприятия, связанные с «радоновым» воздействием. В последующие годы велись работы по определению степени радоноопасности территорий и объектов, а в 1996 г. (по заказу Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечения экологической безопасности) была разработана программа «Радон». В рамках реализации программы создана геоинформационная система, проводятся обследования на потенциально радоноопасных территориях, а при выявлении повышенных концентраций радона проводятся защитные мероприятия. На основании изучения геологических особенностей и измерения концентрации радона в надпочвенном воздухе и воздухе помещений построена схема прогнозной радоноопасности.

Однако следует констатировать, что при выборе территорий для строительства жилых домов, служебных и производственных помещений, наличие геопатогенных зон до сих пор не учитывается. Согласно Санитарно-эпидемиологическим требованиям к жилым зданиям и помещениям, мощность эквивалентной дозы облучения внутри зданий не должна превышать

мощности дозы, допустимой для открытой местности более чем на 0,3 мкЗв/час (33 мкР/час); для эксплуатируемых помещений - 200 Бк; во вновь строящихся зданиях не должна превышать 370 Бк [5].

Сведения об аномальных участках (АУ) и участках радиоактивного загрязнения (УРЗ) содержатся в ежегодно обновляемых отчетах, ведение которых обеспечивается Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности (на основании результатов выполнения плановых поисковых радиометрических работ). Так, в 2012 году в Санкт-Петербурге были выявлены участки, находящиеся в промышленных зонах и на территориях жилых комплексов, где затем были проведены мероприятия по дезактивации. Максимальная величина зарегистрированной МЭД гамма-излучения при проведении работ составила: на поверхности - 1,9 мкЗв/ч; на глубине - 30,0 мкЗв/ч; в помещениях - 10,0 мкЗв/ч. Всего, с учетом данных по УРЗ 1360, сдано на захоронение 17,32 м³ радиоактивных отходов. При обследовании объектов социальной сферы выявлено 6 объектов в Красносельском и Пушкинском районах.

В настоящее время обеспечивается проведение радиационного контроля всех вновь построенных и реконструируемых жилых и общественных зданий, разработаны проекты производства работ радонозащитных профилактических мероприятий, в соответствии с которыми выполнялись работы по монтажу систем механической автоматизированной приточно-вытяжной вентиляции с целью обеспечения воздухообмена [1]. При выявлении повышенных уровней содержания радона в воздухе помещений вновь построенных зданий принимаются меры по приведению их в соответствие с требованиями САНПИН.

Поэтому до начала строительства необходимо проведение работ по оценке экологического состояния территорий, особенно на участках жилых комплексов и объектах социальной сферы. Участки, находящиеся в зоне воздействия тектонических разломов или в непосредственной близости от них, следует использовать под зеленые насаждения, трассировку ЛЭП и дорог [6, 7].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Серебрицкий И. А. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2013 году. СПб.: ООО «Единый строительный портал», 2014. 173с.
2. Гликман А.Г. Геоэкологический фактор безопасности жилища // НТФ «Геофизпрогноз». СПб., 2004.
3. Горбовская А.Д., Уварова И.С. Токсигенные свойства урбанизированных территорий // Мат. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск, 9-13 августа, 2004 г.
4. Осипов В.И. Сознание и физическая реальность // Жизнь и безопасность. 1998. №1. С. 1-3.
5. СН2.6.1.758-99. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).
6. Тетиор А.Н. Городская экология. Издание 2-е. М.: Изд-во Академия, Сер. Высшее профессиональное образование. 2008. 336с.
7. Жуковский М.В., Ярмошенко И.В. Радон: Измерение, дозы, оценка риска. Екатеринбург: УрО РАН ИПЭ, 1997. 231с.

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ВЕТХОГО ЖИЛЬЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В связи с прогнозируемой сменой планов по реновации в Санкт-Петербурге остро встал вопрос о возможности реконструкции ветхого жилья [1]. На самом деле, это много лет является актуальным, т.к. «хрущевские» дома были рассчитаны на более короткий срок эксплуатации, но люди до сих пор продолжают в них жить. Дома, построенные в 50-60 гг. прошлого столетия и позволившие вместить миллионы людей, в настоящее время являются устаревшими и ветхими. Вместо затратных планов по полному сносу этих домов, строительству новых и переселению жильцов, следует обратить внимание на опыт других стран в решении данной проблемы. Например, в Германии, Чехии, Венгрии и Словакии, где в период с 1958 г. по 1985 г. строились аналогичные дома, к вопросу ветхого жилья подошли иначе. Была создана программа по реконструкции домов, в которой вместо их сноса предполагалась реконструкция их фасадов и изменение планировки квартир [2, 3]. В Санкт-Петербурге можно также использовать подобного рода метод по реконструкции, что позволило бы, помимо всего прочего, сохранить часть истории нашего города в креативно преобразованном виде.

Многие авторы уже давно обращали внимание на эту проблему. Первые методы реконструкции таких домов были описаны Шагиным А.Л., Юдиной А.Ф., Афанасьевым А.А. и др. [4-10]. В этих работах предлагаются различные подходы к решению данной проблемы. В книге Джонатана Гленси проанализировано множество историй, описывающих позитивный опыт реконструкции старых домов в Европе. В качестве примера успешной реализации проектов реконструкции можно привести европейского архитектора Стефана Форестера – одного из ведущих специалистов по пятиэтажкам в ГДР 1950-60 гг., который предложил способ, с помощью которого старые дома превращаются в аккуратные, комфортабельные и современные.

Целью данной статьи является краткий обзор возможного варианта реконструкции домов 50-60 гг. постройки для улучшения внешнего облика этих зданий с изменением внутренней планировки и увеличения их срока службы за счет укрепления конструкции. На постройку пятиэтажек были потрачены немалые силы и огромные деньги, но в то время считалось, что единственным верным решением было бы снести эти панельные «коробки» по истечении отведенного им срока эксплуатации [5]. Эти дома были рассчитаны на короткий срок эксплуатации, однако инженерные конструкции были разработаны идеально и поэтому служат до сих пор.

В различных вариантах при реконструкции строительно-монтажные работы могут вестись как без отселения жильцов, так и с отселением. В первом варианте предполагается декоративная отделка стен, расширение балконов, смена окон и дверей, а также самая простая перепланировка квартир, которая достигается путем создания новых дверных проемов и установкой перегородок. Также предполагается ремонт кровли, фасадов, водосточных труб, замена инженерных частей. Но и эти работы не могут привести дома в полное соответствие с нормативными требованиями.

Второй вариант включает работы по утеплению и перепланировке квартир в существующих границах так, чтобы объемно-планировочные решения соответствовали нормативным требованиям. В этом варианте сокращается количество комнат в квартире, но зато дает увеличение площади жилых и подсобных помещений. Такая перепланировка возможна только при отселении жителей.

Более сложный третий вариант – сочетание пристроек и возведение мансардных этажей. При этом варианте необходимо увязывать планировочные и конструктивные решения мансарды с конструкциями здания. Во избежание переселения жильцов при возведении мансарды используются облегченные конструкции. Минусом такого метода является то, что квартиры не претерпевают изменений. Плюсом является то, что нет необходимости в прокладке коммуникаций и строительстве фундамента.

При другом варианте (с отселением жильцов из домов) имеется возможность проведения более разносторонней реконструкции, включающей расширение корпусов, надстройку нескольких этажей, полную перепланировку квартир с сохранением количества комнат и приведением их к нормативным требованиям. Это можно осуществить с помощью фасадных пристроек. Для большего комфорта дом оснащается лифтами. Но при таком способе увеличиваются затраты и сроки проведения работ. Следует учитывать, что надстройка большого количества этажей в ряде случаев требует устройства дополнительных несущих конструкций.

В случае с частичным отселением жильцов проблема временного жилья во время реконструкции может быть решена гораздо эффективнее. При правильной организации во время работы часть квартир в доме можно будет эксплуатировать, то есть во временное жилье нужно будет переселять лишь часть жильцов дома, в котором проводятся работы.

Такая практика очень популярна при проведении реконструкции жилых домов в Западной Европе. В России для проведения данных работ нужно предварительное согласование с оставшимися жильцами: без согласования подобные меры запрещены [11]. Отличительные особенности старых домов, такие как: небольшие балконы, маленькие кухни, темные лестницы, необходимо изменить при проведении работ по реконструкции, необходимо будет изменить план этажей, не затрагивая несущие стены.

Можно разработать сотни вариантов квартир с современными планировками, позволяющими уложить комфортабельность в скромную жилищную площадь квартиры, сделать из квартиры студию. В других случаях пространство гостиной может быть расширено за счет балкона, часть кухни вынесена в пристроенный эркер. Все это поможет сделать дома современнее, и произойдет организация внутреннего убранства двора.

В строительной практике эффективность реконструкции зданий по сравнению со строительством новых домов доказана на примере многих проектов, это оказывалось значительно экономичнее. В большинстве случаев выходит, что реконструкция выходит на 40-60% дешевле, чем замена ее аналогичным вновь построенным домом [7]. Это, конечно, менее выгодно для бизнеса, но выигрывает за счет того, что такой проект лоббирует в первую очередь интересы жильцов. Любой собственник квартиры предпочтет остаться в своей квартире при условии, что его квартиру сделают современнее, а условия проживания комфортабельнее, чем выбрать какой-то мифический вариант в новом месте. Надо учитывать, к тому же, что жильцы старых домов относятся к категориям малообеспеченных и лиц пожилого возраста, поэтому целесообразно выбрать тот вариант, который минимизирует стресс и риски жителей этих домов.

Методы увеличения срока службы жилого фонда в Санкт-Петербурге уже опробованы и успешно осуществляются во многих странах Европы, где удалось избежать полного сноса пятиэтажек и блочных домов. Нам следует активнее использовать этот опыт при разработке подобных проектов при реконструкции старых домов в Санкт-Петербурге.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://russianengineering.ru/construction/chruschovki.htm> ISSN: 1662-8985.
2. http://archiv.schader-stiftung.de/wohn_wandel/496.php.
3. Minarovičová K., Dlhý D. Selected Problems of Renovated Apartment Buildings Entrances in Slovakia (2013) Advanced Materials Research, pp. 117-120.

4. Шагин А.Л. Реконструкция зданий и сооружений (2012) Книга по Требованию, 352 с.
5. Юдина А.Ф. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений (2010) Academia, 320 с.
6. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий (2008) Москва, 234 с.
7. Шепелев Н.П., Шумилов М.С. Реконструкция городской застройки (2000) Высшая школа, 272 с.
8. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов (2005) Издательство Ассоциации строительных вузов, 224 с.
9. Glancey J. Eyewitness Companions: Architecture (2013) DK ADULT, 512 с.
10. Сборщиков С.Б., Доможиллов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., Вейкко Кауппила, Юха-Антти Кайвонен, Теуво Аро. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий (2007) Издательство Ассоциации строительных вузов, 192 с.
11. СНиП 2.08.01-89*. Жилые здания.

УДК 502.62

А.Л.Старыгина, А.Д.Горбовская
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ЭКОДИЗАЙН В ИНТЕРЬЕРЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Экодизайн (Eco-Design, GreenDesign) – популярное направление, включающее создание экологически чистой среды проживания, охрану окружающей среды и экономию природных ресурсов. Этот термин также включает приемы позитивного воздействия на здоровье жителя мегаполиса, подразумевает очищение жилого пространства от неблагоприятного воздействия техногенных факторов и естественное желание человека максимально приблизить свою среду обитания к естественным природным условиям [1].

К экодизайну можно также отнести и фитодизайн, включающий различные приемы озеленения интерьера. А.М. Гродзинский [2] выделяет шесть основных задач фитодизайна:

- эстетико-психическое воздействие растений на человека посредством красоты формы и цвета;
- улучшение воздушной среды обитания человека (тонизирующие, успокаивающие запахи);
- обеззараживание, оздоровление окружающей среды, в основном за счет летучих фитонцидов;
- очищение воздуха от газов, пыли, дыма, снижение шума растениями;
- биоиндикация, то есть использование растений как живых индикаторов загрязнения воздуха, почвы и воды;
- изучение состояния самих растений в интерьерах с целью подбора наиболее эффективных и хорошо растущих видов.

Озеленение помещений является одним из экологически чистых и безопасных способов повышения качества внутреннего микроклимата. Часто воздушная среда закрытых помещений не является комфортной для человека из-за влияния на нее работы приборов, оборудования, выделения химических веществ из элементов отделки, мебели и др. [3]. Целый ряд растений способен перерабатывать формальдегид, бензол, трихлорэтан и другие вредные химические примеси, выделяемые отделочными материалами. Таким образом, растения обладают широким спектром полезных для человека свойств, поэтому комплексное их использование во внутренней среде помещений является достаточно актуальным [4].

Наряду со стандартными приемами озеленения в настоящее время появились такие способы, как модульное (зеленые перегородки, ландшафт в интерьере, зеленые уголки с водоемом) и вертикальное озеленение (фитостены) [5].

Классический зимний сад предполагает создание условий (освещенность, влажность, температурный режим), подходящих для выращивания растений, поэтому должны быть приняты соответствующие меры ухода и правильная агротехника [6, 7]. Организация модульного озеленения внутри жилой среды ограничивается возможностью использования неприхотливых и теневыносливых растений, способных существовать в условиях пониженной влажности и освещенности. Очень важно правильно рассчитать общий вес конструкций для посадки растений; исходя из допустимого давления на несущие перекрытия, провести мероприятия по гидроизоляции. Кроме того, дизайн «зеленых объектов» должен быть тесно связан с концептуальным стилевым решением интерьера.

Применение конструкций с водой при создании модульного озеленения компенсирует недостаток влаги в воздухе, что положительно сказывается на растениях. Водоем, водопад в помещении, пруд, ручей, фонтан – многообразные варианты включения воды в интерьерные решения. Форма и облик водоема зависит от интерьера помещения. Необходимыми атрибутами является насос и система фильтров. Вода может двигаться по замкнутому циклу, в более крупных внутренних водоемах предполагается включение конструкции в системы водоснабжения и водостока. В настоящее время с появлением новых технологий строительства, легких и прочных материалов устройство модульного озеленения значительно упростилось. Появились возможности для их возведения в жилых, офисных и учебных помещениях.

Самым перспективным и современным методом фитодизайна является вертикальное озеленение. При необходимости разделения больших помещений на зоны вертикальное озеленение дает одну из самых привлекательных возможностей в сравнении с обычными ширмами и перегородками. Посредством «живых стен» можно создавать необычные, интересные инсталляции и в жилых, и в общественных помещениях, делая их доминантой интерьера. Они требуют к себе минимального внимания и ухода, дают максимум эффекта и яркости.

Вертикальное озеленение довольно распространено в мире: это, прежде всего, конструкции Патрика Бланка, созданные на системе чистой гидропоники - питательный раствор поступает к корням растений с определенной периодичностью (несколько раз в сутки). Роль грунтов выполняют пластины из полимерного материала, по капиллярам которых подается питательная смесь. Существуют конструкции из пластика с карманами для высадки растений (распространено в Скандинавии), заполненными керамзитом, которые с определенной периодичностью наполняются питательным раствором. Также есть варианты систем, где роль грунта выполняет нетканое геополотно. Это устройства чистой гидропоники. Они получили широкое распространение в мире (Франция, Англия, Голландия, Мексика, Япония, Корея). В Европе также распространены стены из блоков мха сфагнума, отличающегося своим гидроаккумулирующими свойствами. Изначально этот метод применялся только для экстерьерных композиций, но позднее вошел и в интерьер. При использовании такого метода в конструкции отсутствует почва, субстрат не вызывает аллергических реакций, композиции не ограничены размерами и могут принимать самые разнообразные формы, подстраиваясь под дизайн помещения [8].

Российскими авторами разработана конструкция гидропонной установки смешанного типа для вертикального озеленения, адаптированная для наших условий. Блоки дополняются разработанным «искусственным грунтом», что создает возможность редкого полива растений, высаженных в гидропонную установку. В каждом блоке, являющемся составной частью установки, предусмотрен полив, осуществляемый прикорневыми капельницами или

через сочащийся шланг. Система может быть централизована и автоматизирована. Уникальная конструкция стеллажей обеспечивает монтаж, крепление и замену изолированных блоков с природным наполнителем, засаженных растениями. Наличие капельниц на полив и орошение каждого блока уменьшают количество ручного труда при обслуживании. При возникновении заболевания благодаря автономности системы полива, оно не разносится на соседние растения [9].

Таким образом, внедряя зеленый компонент в общественные здания можно добиться решения важных для современного общества проблем, а именно - создания благоприятной экологической среды вокруг человека, создания комфортных условий в помещениях по качеству воздуха, акустическим и тепловым характеристикам, сохранению энергии и созданию психологического комфорта для человека. Фитостены, а также другие объекты озеленения в помещениях создают объемные «зеленые» пятна, которые улучшат традиционную систему вентиляции и кондиционирования здания в будущем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Некрасова М.А., Крестинина Н.В. Методы экологического управления. Медико-экологический фитодизайн. Учебное пособие. М.: Изд-во РУДН, 2004. 160 с.
2. Гродзинский А.М., Макарчук Н.М., Лецинская Я.С. и др. Фитонциды в эргономике. Киев: Наукова Думка, 1986. 188 с.
3. Цыбуля Н.В., Казаринова Н.В. Фитодизайн как метод улучшения среды обитания человека // Растительные ресурсы. 1998. Том 34. Вып. 3. С. 112-129.
4. Гайнутдинов Р.И. Фитодизайн. Экодизайн помещений // Флорентина – студия дизайна и флористики. URL <http://www.florentina-studio.ru/ecodesign/> (дата обращения: 19.10.2014).
5. Рычкова Ю.В. Зимние сады и витражи. М.: Изд-во ВЕЧЕ, 2005. 240 с.
6. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков. Учебное пособие. М.: Изд-во: Стройиздат, 1991. 345 с.
7. Сокольская О.Б., Теодоронский В.С., Вергунов А.П. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты. Уч. пособ. М.: Академия, 2007 224 с.
8. Патрик Бланк. Вертикальное озеленение: история и современный подход // Компания «ORLIWALL». Издание «The New York Times» URL <http://www.nytimes.com>.
9. Громова А.Ю. Фитодизайн // Флорентина – студия дизайна и флористики. [Электронный ресурс]// Сайт [/www.florentina-studio.ru](http://www.florentina-studio.ru) / phytodesign // (дата обращения: 19.10.2014).

УДК 069.4

К.А.Бахматова
(Санкт-Петербургский государственный университет),

А.Д.Горбовская, А.Л.Старыгина
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ПАРК СЕРГИЕВКА»

Санкт-Петербург имеет развитую систему охраняемых природных территорий. Объектом настоящего исследования является комплексный архитектурно-исторический памятник Дворцово-парковый ансамбль «Сергиевка», он включен в список всемирного наследия международного совета по памятникам и достопримечательным местам ЮНЕСКО и имеет природоохранный статус [1].

Парк «Сергиевка» находится между г. Петродворцом и г. Ломоносовым. Парк расположен вдоль береговой линии Невской губы Финского залива с севера на юг на 1800 м

и имеет площадь 120 га. Его северная граница проходит по берегу Финского залива, на западе он граничит с землями поселка Мартышкино, на востоке - с усадьбой «Собственная дача», с юга территория парка ограничена полотном железной дороги.

Парк, частично сохранивший первоначальную планировку и характер растительности, создан в первой половине XIX века на месте естественного лесного массива. С начала XVIII века «Сергиевка» сменила много владельцев, начиная с А.И. Румянцева, сподвижника Петра Великого, заканчивая дочерью Николая I Марией Николаевной и ее супругом герцогом Лейхтенбергским. В 1839-1842 гг. архитектором А.И. Штакеншнейдером был возведен загородный дворец и построены Гофмейстерский и Кухонный корпуса, покрыта мрамором Капелла (1845-1846 гг.). После революционных событий парк объявили памятником природы и взяли под охрану государства. В настоящее время во дворце и в постройках на территории парка разместились Биологический научно-исследовательский институт СПбГУ [2].

Парк относится к паркам пейзажно-реалистического стиля, для которых свойственно максимальное сохранение естественного ландшафта: лесные массивы и группы из местных и иноземных пород прерываются аллеями, дорожками и полянами, а также естественными и искусственными водоемами с островками, гротами, водопадами и мостиками [3]. По территории проложена сеть грунтовых и асфальтовых дорожек, имеется искусственно созданная система прудов и ручей Кристателька, текущий из Кристателлевого пруда.

Двухэтажный дворец Лейхтенбергских выполнен в стиле классицизма и расположен на вершине берегового уступа на северо-востоке парка. План дворца тщательно продуман и рационально организован, отделка стилизована под помпейское искусство. Во время войны усадьба очутилась на линии фронта Ораниенбаумского плацдарма, поэтому дворец и сам парк очень пострадали от военных действий. В 1965 году здание по проекту архитектора В.И. Зейдемана было частично отреставрировано, но без воссоздания исторических интерьеров, лепнины и скульптур.

Согласно схеме ландшафтного районирования, территория парка входит в Южно-Приморский (Предглинтовый) район, представляющий собой низменную террасированную озерно-ледниковую равнину. В пределах парка прослеживаются два гипсометрических уровня, две террасы: первая морская (литориновая) с отметками от 0 до 3-4 м над уровнем моря и вторая терраса, с отметками от 18 до 25 м над уровнем моря [4].

Парк «Сергиевка» занимает первую и северную часть второй террас, поднимающихся от Финского залива к Ордовикскому плато. На второй террасе располагается дворец и хозяйственные постройки. Существенный элемент ландшафта комплексного памятника природы «Парк «Сергиевка» - водные объекты, представленные прибрежной мелководной акваторией Невской губы Финского залива, системой прудов и ручьем Кристателька. В составе системы - четыре крупных искусственных пруда, соединенных протоками: Палудиновый, Кристателлевый (Большой), Огородный и Оранжерейный.

В результате планировочных работ возникли насыпь на нижнем лугу, поднявшая поверхность луга на 0,5 м, земляной холм высотой 3-4 м в западной части парка, узкая гряда вдоль восточного берега Палудинового пруда, насыпи на острове Кристателлевого пруда.

Естественный почвенный покров подвергался реконструкции при формировании парка в послевоенные годы. Широко распространены маршевые почвы, дерново-подзолистые и их глееватые подтипы, гумусово-глеевые, торфяные и антропогенно-преобразованные [5].

Все почвы первой террасы подвергаются процессам заболачивания. Этому способствуют равнинный рельеф, высокое стояние грунтовых вод, подпираемых водами Финского залива, и выклинивание грунтово-напорных вод со стороны литоринового уступа. Почвы литоринового уступа не подвергаются заболачиванию в силу своего положения на

склоне. Здесь сформировались дерново-мелкоподзолистые суглинистые почвы на озерно-ледниковых глинах, местами затронутые процессами водной эрозии, которые вызывают смыв мелкозема с почвенной поверхности и уменьшение гумусового горизонта.

Почвенный покров второй террасы характеризуется многообразием генетических типов. На небольшом протяжении в пределах террасы гранулометрический состав почв меняется от песков-супесей до глин. Основной фон почв второй террасы определяют дерново-подзолистые глееватые почвы, сформированные на валунных суглинках, а также антропогенно-преобразованные почвы [6].

При оценке экологического состояния почвенного покрова парка рассматривались механический и гидрологический факторы воздействия. Механическое повреждение почв приводит к полной или частичной деградации травянистого покрова на тропах и в местах частого посещения отдыхающих. Воздействие проявляется и в изменении водно-физических свойств – увеличивается плотность, снижается пористость и водопроницаемость, ухудшается гидротермический режим. Это приводит к возникновению процессов оглеения [7, 8]. На склоновых участках у берегов прудов и тропах отмечается присутствие эрозионных процессов, которые привели к полному исчезновению травянистого покрова и верхних горизонтов почв, а также к обнажению корневой системы деревьев. Эрозия почв лишает ее плодородных свойств, усиливает вынос растворенных биогенных соединений, что приводит к общей деградации почв [9].

Растительность парка представлена 4 типами: лесами, зарослями кустарников, лугами и травяными болотами. Около 80% площади приходится на лесные сообщества. К настоящему времени в парке сложился лесной комплекс из 11 формаций, относящихся к 3 подтипам: леса хвойные, леса мелколиственные и леса широколиственные. Кустарниковые заросли представлены исключительно культиварами. Луга в основном приурочены к лесным полянам [6].

Во время войны парк потерял значительную часть крупных деревьев: от сосняков в центре парка остались редколесья и редины. Были полностью вырублены березняки к востоку от Прямой аллеи, вырублены и повреждены обстрелами почти все крупные пихтовые посадки. В настоящее время на лесных полянах усилилась ценотическая роль сорно-луговых растений, непрокашиваемые поляны стали зарастать древесно-кустарниковым подростом.

Из расположенных на верхней террасе прудов вода двумя ручьями стекает вниз по длинным и глубоким оврагам и далее по нижней террасе - в Невскую губу Финского залива. Оба ручья перед впадением в Невскую губу сливаются в одно русло. Ручей Кристателька, по пути местами расширяется в более обширные бассейны, также снабженные запрудами, создающими многочисленные каскады. Различие в уровнях поверхности пруда и ручья весьма велико, поэтому здесь организована серия каскадных плотин. Значительная по протяженности гранитная дамба у северного берега Большого пруда, отделяет его от оврага.

Аналогичный характер присущ парку и в районе второго (западного) оврага, отделенного дамбой-плотиной от Оранжерейного пруда. Иную картину представляет южная часть парка - район Палудинового (Верхнего), Большого и связанных с ним Огородного и Оранжерейного прудов. Здесь, на ровной непересеченной местности, основной художественный эффект определялся включением в парковый пейзаж широких водных пространств; центральную часть Большого пруда занимает остров. В западной протоке, вырытой или искусственно углубленной, есть второй, сравнительно небольшой по размеру, островок [6].

Поскольку почвы лесопарка на отдельных участках достаточно переувлажнены, на территории проложена открытая осушительная сеть, представленная в виде открытых канав и бетонных лотков, по которым поверхностные дождевые воды поступают в водоприемники

(пруды). Под грунтовыми и асфальтовыми дорожками с помощью железобетонных труб-переездов пропущены каналы. Современная сеть мелиоративных (дренажных) каналов находится в неудовлетворительном состоянии. На отдельных участках отмечено зарастание каналов, обрушение откосов, отсутствует проточность вод, множество каналов оплыли и заилились, нарушен их продольный профиль. Появились участки сильного переувлажнения, вызванного выходом из строя осушительной сети и трубопереездов, а также – образование участков стоячей воды и подпора воды. Отсюда - постоянное избыточное увлажнение почв, а в отдельных местах - вторичное заболачивание, что пагубно сказывается на состоянии древостоя.

Анализ современного экологического состояния памятника природы «Парк «Сергиевка» выявил необходимость в проведении работ по реконструкции главного здания и открытой мелиоративной системы [10], которые включают очистку каналов и прудов от наносов и различного мусора, замену оголовков железобетонных труб-переездов и лотков. Необходимо провести агротехнические мероприятия, связанные с расчисткой участков, находящихся в плохом санитарном состоянии, а также произвести работы по рекультивации земель, которые включают в себя почвозащитные технологии, внесение органического субстрата с посевом многолетних трав.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Интернет-ресурс – <http://oort.spb.ru> - официальный портал ГКУ «Дирекция особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга».
2. Горботенко С.Б. Петергофская дорога – историко-архитектурный путеводитель. СПб.: Изд-во Европейский дом, 2002. 445с.
3. Вергунов А.П., Горохов В.А. Русские сады и парки. Изд-во: М.: Наука, 1988. 412с.
4. Исаченко Г.А. «Окно в Европу». История и ландшафты // СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. 1998. 76с.
5. Добровольский Г.В. Классификация и диагностика почв России. Смоленск.: Ойкумена, 2004. 342с.
6. Бахматова К.А., Васильева В.А, Вершинина О.М, и др. Парк «Сергиевка» - комплексный памятник природы. СПб., 2005. 144 с.
7. Алюнин А.В., Горбовская А.Д Павлов С.Я. Современное состояние лесопарка «Александрино». Журнал «Строительство Уникальных зданий и сооружений», №4, 2013. СПб: Изд-во СПбГПУ.
8. Дворникова Л.Л., Горбовская А.Д. Гидроморфизм почв контактной зоны лесоболотных комплексов // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер.7. 1997. Вып. 2.
9. Горбовская А.Д. Оценка устойчивости буферных систем почв к факторам воздействия. Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006. 44с.
10. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.

УДК 622

М.С.Усольцева, А.Д.Горбовская
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

С развитием города Санкт-Петербурга возникла потребность изменений в его градостроительном планировании, это касается и промышленных зон. В настоящее время возникла необходимость вывода из центральных районов некоторых промышленных предприятий на окраины города. Почвенный покров освобождаемых территорий в большинстве своем представлен техногенно-нарушенными урбанизированными почвами той или иной степени загрязнения. Известно, что большинство техногенных ландшафтов

неблагоприятны и даже опасны для здоровья человека. Изменение качества среды урбанизированных территорий, загрязнения атмосферы, почвенного покрова, ведет к снижению уровня комфортности жизни населения. Подтверждением тому являются медико-демографические показатели, в частности – высокий уровень заболеваемости, рост генетических болезней и сокращение продолжительности жизни [1, 2].

Согласно Генеральному плану развития Санкт-Петербурга к 2020 году, общая площадь промышленных зон увеличится с 8% до 13%, в основном, за счет уменьшения сельскохозяйственных территорий пригородов. По данным Комитета земельных ресурсов и землеустройства Санкт-Петербурга в настоящее время к территориям промышленности относятся 19 тыс. га городских земель [3].

Правительством города принята программа «О развитии территорий, предназначенных для размещения объектов производственного, транспортно-логистического, общественно-делового и складского назначения» [4]. Согласно этой программе промышленные зоны можно поделить на две основные группы:

- 1) промышленные зоны с дальнейшим промышленным использованием и развитием;
- 2) промышленные зоны, подлежащие градостроительному преобразованию (смене характера использования земель).

К первой группе относятся 30 крупных промзон, имеющих площадь свыше 200 га. На них планируют перебазировать промышленные предприятия, находящиеся в центральной части города. Ко второй группе относятся промзоны, находящиеся в центре города, с площадью 50 га и более, которые не соответствуют экономическим, экологическим, социальным и градостроительным условиям. Таким территориям необходимо преобразование или вывод производственных предприятий на окраины города, либо - смена характера использования земель. В настоящее время к зонам, подлежащим преобразованию, можно отнести еще 30 зон.

Из этого следует, что можно выделить 60 промзон, где уже расположены или развиваются объекты промышленного назначения. Из них половине, согласно Генплану, подлежит развитие в прежнем качестве, на остальных необходимо проведение комплекса работ по улучшению состояния окружающей среды, особенно в Калининском и Невском районах. Ежегодно Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности выполняются работы по рекультивации загрязненных территорий Санкт-Петербурга.

Геоэкологический центр РГЭЦ выполняет работы по оценке уровней загрязнения почв и грунтов города. В 2013 году было обследовано 80686 га территории города, что составляет 53% от всей площади. Баланс территории, изученной на загрязнение почв тяжелыми металлами по суммарному индексу загрязнения (Z_c), выглядит таким образом: к категории загрязнения «Умеренно опасная» - 23535 га ($Z_c = 16-32$); к категории «Опасная» - 29146 га ($Z_c = 32-128$); к категории «Чрезвычайно опасная» - 2955 га ($Z_c > 128$).

Уровень загрязнения почв неравномерен по территории города. Наиболее чистыми являются почвы северных и южных окраин города. Средний уровень загрязнения почв в этих районах соответствует «умеренно-опасной» категории ($Z_c < 32$). Северо-западные и северо-восточные районы города в среднем загрязнены в одинаковой степени, где $Z_c = 32$ [5].

На основании проведенных анализов следует, что почвы промзон Санкт-Петербурга наиболее загрязнены свинцом, цинком и кадмием, соответственно 70%, 60% и 50% (ежегодно с превышением нормативов). В некоторых районах до 18% проб характеризуются пятикратным превышением ОДК. Основными источниками загрязнения свинцом являются выбросы предприятий стекольной, лакокрасочной и оборонной промышленности, а также автомагистрали. Значительное количество кадмия попадает в природную среду при

сжигании и переработке металлических изделий, основным источником поступления цинка в атмосферу служит производство и переработка цветных металлов.

Необходимо отметить, что загрязненные почвы и грунты являются одним из многочисленных факторов, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье городских жителей. С целью уменьшения рисков для здоровья детей, как наиболее чувствительной категории населения, мероприятия по рекультивации, в первую очередь, должны проводиться на территориях детских и образовательных учреждений, спортивных и игровых площадках.

В заключении необходимо подчеркнуть важность проведения работ по рекультивации техногенно-нарушенных территорий Санкт-Петербурга. Для решения этой проблемы следует создать более благоприятные условия для привлечения инвесторов, ускорить и упростить процедуру согласования реконструкции промышленных зон города.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Добровольский Г.В. Почва, город, экология. М.: Фонд За экономическую грамотность, 1997. 310с.
2. Горбовская А.Д., Уварова И.С. Токсигенные свойства урбанизированных территорий // Мат. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск, 9-13 августа 2004 г.
3. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 5 июня 2007 года № 640 “О Комитете по земельным ресурсам и землеустройству Санкт-Петербурга” (с изменениями на 25 августа 2014 года).
4. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 27 декабря 2013 года №1066 О подготовке проекта закона Санкт-Петербурга «О внесении изменений в закон Санкт-Петербурга «О правилах землепользования и застройки Санкт-Петербурга».
5. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2013 году / Под редакцией И. А. Серебрицкого. СПб.: ООО «Единый строительный портал», 2014. 173с.

УДК 627

Н.И.Шулгунова, А.Д.Горбовская
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

О КОМПЛЕКСЕ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Санкт-Петербург является важным научным, образовательным, промышленным и культурным центром России. Угроза затопления города в результате наводнений и необходимость защиты от экологических и экономических последствий водной стихии послужили к созданию комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). Актуальной задачей является выявление влияния КЗС на процессы водообмена через водопропускные сооружения и общую циркуляцию воды, на гидрохимический режим и очистные сооружения.

Разработка проекта сооружений защиты города от наводнений была начата в конце 1960 года институтом «Ленгидропроект» с прохождением нескольких экспертиз. Существовало два основных варианта создания защитных сооружений: Западный и Восточный. Существовал еще и третий вариант – без сооружений, но с локальной гидроизоляцией зданий и переделкой канализации. Но от детального рассмотрения последнего варианта отказались сразу, так как он не решал проблему. Западный вариант предусматривал строительство дамб в Невской губе по линии: пос. Горская – о. Котлин – пос. Бронка. Восточный вариант предполагал перекрытие затворами протоков Невы между

островами дельты с обваловкой отдельных участков и строительством плотины на Неве для регулирования стока из Ладожского озера [1].

В результате проведенного конкурса победил Западный вариант как наиболее эффективный, обеспечивающий не только защиту города от наводнений, но и транспортное сообщение с Кронштадтом. К тому же, эта магистраль становится участком кольцевой дороги вокруг Санкт-Петербурга, которая оздоровит воздушную среду города за счет вывода транзитного транспорта из центра. Кроме того, этот вариант при расчетах оказался значительно дешевле.

Вопросы экологического благополучия являлись определяющими на всех этапах проектирования и строительства КЗС. До сих пор единого мнения о влиянии дамбы на экологическую обстановку в Невской губе и в целом заливе нет.

По мнению В.А. Знаменского, «Строительство КЗС с первых кубометров песка, вываленных в Невскую губу, стало оказывать все возрастающее влияние на естественный гидрологический режим губы. С постепенным наращиванием длины дамб сокращалась пропускная способность в створе Северных, а затем и Южных ворот губы. Это повлекло за собой изменение процессов внешнего водообмена губы за счет сокращения притока воды со стороны Финского залива. Изменилась и система течений внутри губы, поскольку формирование транзитного потока происходит не на широком пространстве Северных и Южных ворот, а в узких проемах водопропускных отверстий, что приводит к образованию транзитных потоков между рукавами дельты и водопропускными сооружениями КЗС с возникновением обширных водоворотных и застойных зон» [2, 3].

Основным тезисом проектировщиков и строителей КЗС было и является утверждение, что сохраняется естественный гидрологический режим и обеспечивается беспрепятственный водообмен между Невской губой и акваторией Балтийского моря. Для этого было построено 6 водопропускных сооружений [4]. Их водопропускная способность в 1,5 раза больше, чем устье реки Невы, поэтому срок пребывания поступающей в Невскую губу воды практически не отличается от естественного и составляет 5-7 суток; КЗС "прозрачен" для невских вод и прохода рыб. Такое строительство предотвращает формирование застойных зон. Зоны возможного пониженного водообмена у непроточных участков сооружения в естественных условиях практически не возникают.

Действительно, если расход Невы поступает в губу по сечению рукавов дельты, то он беспрепятственно должен пройти через сечение, которое в 1,5 раза больше. Однако упускается из виду то обстоятельство, что величины уклонов водных поверхностей в рукавах дельты и около дамбы разнятся между собой более чем в 10 раз [5]. Этот фактор, по мнению Н.Н. Павловского, во многом определяет водопропускной режим водоема. Тем не менее, проектировщики комплекса и эксперты Главгосэкспертизы России утверждают, что следует применять формулу водослива с широким порогом. Но расчет по этой формуле также подтверждает уменьшение пропускной способности в створе дамбы в 2-2,3 раза, распространяющееся как на сток невской воды из Невской губы, так и на обратное поступление в губу вод Финского залива.

После строительства дамбы подтвердилось, что это уменьшение существует, а такое нарушение процессов внешнего водообмена на деле приводит к изменению характера колебаний уровня воды в губе (которая практически превратилась в приточное водохранилище с присущими ему аккумуляционными свойствами), а также к повышению уровня в губе по сравнению с ее естественным состоянием.

Отмечено также, что природная амплитуда колебаний ежедневных и ежечасных уровней уменьшилась и, соответственно, нарушился природный механизм перемешивания воды в Невской губе, способствующий разбавлению и выносу загрязнений. В результате естественный процесс, работавший во благо города, был нарушен. Компенсировать потери

можно только путем дальнейших дорогостоящих мероприятий по обезвреживанию городских стоков.

Тем не менее, комплекс защитных сооружений играет положительную роль и проявил себя уже во время наводнения 2013 г. Выявленные загрязнения воды являются следствием стока сбросовых вод. Поэтому необходимо сократить объемы загрязненных сбросов и за счет промывки различных участков акватории (в результате изменения направления течения водных потоков) посредством регулирования проточности воды. Поскольку регулирование течения в Финском заливе осуществляет дамба путем маневрирования затворов КЗС (открывая и закрывая их), это позволит улучшить качество водной среды Невской губы и восточной части Финского залива. Кроме того, маневрируя затворами, можно регулировать течения для предотвращения пониженных скоростей непосредственно у земляных участков дамбы [6]. Оппоненты этого утверждения опровергают надежду на очистку Невской губы путем маневрирования затворами КЗС, так как оно может повлиять на перераспределение потоков в Невской губе лишь в пределах 0,5-1,0 км от дамбы. По их мнению, очистить Невскую губу способно только сильное наводнение или долговременная работа отряда землесосов.

В очистных сооружениях для очистки сточных вод КЗС содержатся питательные вещества - биогенные элементы (азот и фосфор), которые благоприятствуют развитию водорослей, ускоряя процессы эвтрофирования. Тем более, что достигнуть полного изъятия биогенных элементов из сточных вод на очистных сооружениях в настоящее время не представляется возможным как по технологическим, так и по экономическим причинам. Другие специалисты-экологи указывают, что всплеск роста зеленых водорослей прошел, а наблюдался лишь в период, когда не функционировали водопропускные и судопропускные сооружения.

Отрицательного воздействия КЗС на водную экосистему в настоящее время не выявлено. Особое внимание следует уделить качеству сточных вод с промышленных предприятий города, которые способствуют ухудшению водной среды. В любом случае, комплекс защитных сооружений является памятником инженерной мысли начала XXI века и одним из крупных гидротехнических сооружений в России, информация о котором должна быть представлена в общедоступном виде [7,8].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Морские ворота Петербурга. Защита от наводнений / (авт.-сост.: А.В. Полозов). СПб.: Русская коллекция, 2012. 200 с.
2. Знаменский В.А. Экологическая безопасность водной системы Санкт-Петербурга. СПб., 2000.
3. Знаменский В.А. Невские наводнения. СПб., 2004. 96 с.
4. Знаменский В.А. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений // Гидротехника, 2011. № 3.
5. Кураев С.Н. Укрощение стихии по сценарию «Ленгидропроекта» (интервью) // Строительство и городское хозяйство в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. 2009. Вып. 1.
6. Севенард Ю.К. Отвести от города беду // Ленинградская панорама. 1989. №9.
7. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Баденко Г.В. Методические подходы к созданию информационно-аналитических систем на базе геоинформационных технологий для поддержки управления водными ресурсами // Труды СПбГПУ. Строительство №502. СПб: 2007. – с.171-178
8. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В. Эколого-энергетические принципы управления энерговодохозяйственными системами // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". 2014. № 11 (151). С. 131-138.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ФОНТАНА ВО ДВОРЕ ОСОБНЯКА М.Ф. КШЕСИНСКОЙ

Фонтаны являются неотъемлемой частью Санкт-Петербурга. К сожалению, функционируют в основном, большие фонтаны, а маленькие находятся в нерабочем состоянии. Реконструкция малых фонтанов могла бы помочь в восстановлении исторического облика города. Один из таких фонтанов находится во дворе особняка М.Ф. Кшесинской [1].

История создания фонтанов уводит нас в далекое прошлое. Первым прообразом фонтана был родник, облицованный камнем, а вода из него, изливаясь струйкой, помогала при наполнении посуды [1]. В древности фонтаны были не столько предметом роскоши, сколько необходимостью. В горных сухих районах фонтаны играли роль ирригационных систем: благодаря им Месопотамия славилась своими плодородными садами с тенистыми аллеями. В Древнем Египте фонтаны устраивались внутри помещений и выполняли как декоративную, так и практическую функцию.

Очень популярны были фонтаны в Древней Персии в IV в. до н.э. Персидские сады обычно делились на части: в каких-то произрастала древесная растительность и цветы, в других звучала музыка, а часть сада отводилась под фонтаны. Именно персидские фонтаны оказали влияние на европейскую архитектуру. После восточных походов в Древнем Риме начинают строить нечто подобное. Начали использовать глиняные трубы, чаши фонтанов облицовывались плиткой, использовались в качестве украшения различные скульптуры. Римляне первыми стали применять в устройстве фонтанов насосы [2].

В период Эпохи Возрождения фонтаны были ключевой деталью и украшением архитектурных ансамблей. В это же время во Франции стали создавать регулярные парки с целыми системами фонтанов. Примером тому может служить версальский дворцовый парк XVII в. Именно версальские фонтаны подвигли Петра I на создание подобного парка с фонтанами в Петергофе, которые в чем-то даже превзошли своих прототипов [3].

В настоящее время возможность эффективно использовать воду и свет в фонтанах, при этом сочетать архитектурную выразительность с современным инженерным оборудованием, что позволяет создавать водные экспозиции и служит украшением городов.

При проектировании фонтана необходимо учитывать месторасположение. Так, если необходимо закончить архитектурный ансамбль, но существует ограниченное пространство, связанное с окружающей средой, тогда можно выбрать небольшую конструкцию сооружения фонтана [1].

В настоящей работе предлагается проект реконструкции фонтана, площадка строительства которого расположена в центральной части двора особняка прима-балерины Мариинского театра Матильды Кшесинской. Здание построено в 1904-1906 гг. архитектором Александром Ивановичем фон Гогеном. Оно отличается ассиметричным планом, строгой элегантностью, композицией разновысоких объемов; в отделке здания архитектор использовал разные материалы: серый и красный гранит многих сортов, декоративные металлические детали, облицовочный кирпич, майоликовая цветная плитка. Можно сказать, что дворец является эталоном северного модерна [4].

За все годы существования особняк сменил много собственников, после октября 1917 года здесь размещался ряд государственных учреждений, а в 1937 года особняк был передан Музею С.М. Кирова. В 1954 году в нем разместился Государственный музей Великой Октябрьской социалистической революции, который в 1991 году был переименован

в Государственный музей политической истории России. Экспозиции и выставки рассказывают о важнейших событиях политической истории нашей страны XIX – начала XXI века. В настоящее время здесь регулярно проходят концерты, научные конференции и даже выпускные балы старшеклассников [5].

В качестве небольшого украшения на территории, прилегающей к особняку, реконструируется и небольшой фонтан. В соответствии с заданием и климатическими условиями конструкция фонтана предусматривает круглосуточный водный режим работы в теплое время года (май-сентябрь). Основное оборудование фонтана располагается в гранитной чаше, декорированной горкой из рваного гранитного камня. Водоснабжение фонтана - обратное с подпиткой потерь на испарение и разбрызгивание от внутреннего водопровода музея. В проекте при проведении реконструкции использованы современные износостойкие материалы и конструкции.

В непосредственной близости к зоне строительства проходят сети ливневой канализации и подземные кабельные электролинии, перенос которых не требуется. Геологические условия площадки позволяют проведение строительства и возведение фонтана, поскольку габариты и нагрузки от него на грунты основания невелики. Конструкция и глубина заложения фундамента принята аналогично объекту-аналогу, проект которого разработан ранее для Овального парка, расположенного в непосредственной близости к площадке строительства.

Фонтан представляет собой сооружение, состоящее из круглой чаши серого, полированного гранита, диаметром 1,7 м. Чаша уложена на железобетонный фундамент. В центре чаши расположена монтажная площадка насоса, вокруг которой выведены канализационный и электрический фитинги и подведена вода подпитки (рис. 1).



Рис. 1. Конструкция фонтана

Оборудование после монтажа закрывается емкостью из нержавеющей стали, являющейся одновременно фильтром грубой очистки воды. Емкость конструкции по периметру обкладывается рваным камнем. Внутри емкости располагается электронный датчик уровня, сигнал от которого (в случае понижения уровня воды в чаше) подается на управляющий пульт (рис. 2), связанный с электромагнитным клапаном, включающим воду подпитки.



Рис. 2. Устройство управления

Работа фонтана осуществляется насосом путем подачи струи воды через насадку, расположенную в центре чаши, на максимальную высоту до 0,7 м. Насос – погружной, типа "NAUTILUS 6000". В случае переполнения чаши в период дождей излишек воды через переливную трубу отводится в колодец ливневой канализации. По окончании сезонной работы фонтана вода из чаши сливается путем изъятия верхней части переливного фитинга, все оборудование подлежит демонтажу и консервации и хранится в зимний период в сухом помещении [6].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Спышинов П.А. Фонтаны. Описание, конструкции, расчет. М.: Государственное издательство архитектуры и градостроительства, 1950. 172 с.
2. Marilyn Symmes. Fountains: Splash and Spectacle: Water and Design from the Renaissance to the Present – London: Thames and Hudson. 1998. 208 p.
3. Гусаров А.Ю., Краснов И.А. Фонтаны Петербурга и пригородов. СПб.: Паритет, 2009. 288 с.
4. Сукновалов А.Е. Петроградская сторона. СПб.: Лениздат, 1960. 194 с.
5. Привалов В.Д. Улицы Петроградской стороны. Дома и люди. М.: Центрполиграф, 2013. 749 с.
6. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*.

УДК 332.02

В.Л.Богданов, Д.В.Кулинич
(Санкт-Петербургский государственный университет)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И РЫНОК ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель проведенных исследований заключалась в раскрытии особенностей использования и механизма рынка земли с.-х. назначения на территории Смоленской области. В структуре земельного фонда Смоленской области большую площадь занимают земли с.-х. назначения – 22224,4 тыс. га, что составляет 44,7% от всей площади Смоленской области [1]. За последние 14 лет площадь этой категории земель сократилась на 30% за счет

их перевода в земли лесного фонда, земли населенных пунктов и промышленности. Структура земельного фонда по административным районам существенно отличается. Доля земель с.-х. назначения категории по отношению к площади районов колеблется от 22,2% (Угранский район) до 68,0% (Починковской район). Значительная их часть (861,7 тыс. га или 38,8%) находится в государственной и муниципальной собственности: из них 61,9 тыс. га – в собственности Российской Федерации; 15,0 тыс. га – в собственности Смоленской области; 5,8 тыс. га – в муниципальной собственности. Использование земель для с.-х. производства в 2013 году проводилось предприятиями и организациями различных организационно-правовых форм. Вне зависимости от форм хозяйствования функционировали с.-х. предприятия и организации, которые осуществляли свою деятельность на землях различных форм собственности. Отмеченная ситуация вполне согласуется с зарубежным опытом [2]. Предприятиями и организациями для производства с.-х. продукции в области используется 1509,2 тыс. га земель, или 30,3% от общей площади области. При этом используются земли, находившиеся в собственности граждан – 4,7 тыс. га, в собственности юридических лиц – 209,9 тыс. га, в общей собственности – 718,4 тыс. га, в государственной и муниципальной собственности – 576,2 тыс. га. Наибольшие площади земель для с.-х. производства используются хозяйственными товариществами и обществами. По состоянию на 1 января 2014 года они занимали 1084,4 тыс. га (71,9%).

Сельскохозяйственные производственные кооперативы используют 158,9 тыс. га (10,5%) земель, из них с.-х. угодий - 124,0 тыс. га, в том числе пашни – 87,4 тыс. га. В государственной и муниципальной собственности находилось 39,2 тыс. га (24,7%), в частной – 106,4 тыс. га (66,9%), из которых 76,2 тыс. га – не востребуемые земельные доли. На долю государственных и муниципальных унитарных с.-х. предприятий приходилось 91,3 тыс. га (6,0%), в том числе на с.-х. угодья – 57,4 тыс. га, из них на пашню – 43,0 тыс. га. Основная часть этих земель находилась в государственной и муниципальной собственности – 82,1 тыс. га или 89,9%, и лишь 9,2 тыс. га (10,1%) - в собственности граждан. Подсобные с.-х. предприятия, имеющие статус юридического лица, занимали 31,5 тыс. га или 2,1% от земель, используемых организациями для с.-х. производства, из них с.-х. угодья составляли 19,3 тыс. га, пашня – 14,4 тыс. га. Земли научно-исследовательских и учебных учреждений и заведений, а также прочих некоммерческих предприятий, организаций, учреждений и казачьих обществ занимали в 2013 году 143,1 тыс. га или 9,5% от общей площади земель, используемых организациями. Большая часть данных земель находится в собственности юридического лица – 101,3 тыс. га, в государственной и муниципальной собственности – 41,8 тыс. га. Использование земель гражданами для производства с.-х. продукции (сведения о правах на землю) в целом по области гражданами для производства с.-х. продукции на 1 января 2014 года использовалось 671,8 тыс. га или 13,5% от общей площади земель области. Из общей площади земель, используемых гражданами, 643,3 тыс. га (95,8%) составляли с.-х. угодья, из них пашня – 456,8 тыс. га. Значительный удельный вес составляли земли крестьянских (фермерских) хозяйств. На 1 января 2014 года они занимали 84,7 тыс. га (12,6%), из них с.-х. угодий – 73,2 тыс. га, в том числе пашни – 56,5 тыс. га. Почти половина данных земель находилась в государственной и муниципальной собственности (40,0%), из них предоставлено на праве аренды 18,8 тыс. га, пользования – 4,7 тыс. га, пожизненного наследуемого владения – 10,4 тыс. га. В собственности граждан и юридических лиц находилось 46,9 тыс. га, и 3,9 тыс. га были арендованы у собственников земельных долей. Земли, находящиеся в собственности граждан, – это, в основном, земли собственников земельных долей, из которых 416,0 тыс. га - не востребуемые земельные доли. Во многих районах области продолжается выдел земельных долей из коллективно-долевой собственности. Земли, занимаемые индивидуальными предпринимателями, не образовавшими крестьянское (фермерское)

хозяйство, составили 4,3 тыс. га, из которых 2,5 тыс. га находятся в частной собственности и 1,8 тыс. га – в государственной и муниципальной собственности, предоставленной им в аренду. В 2013 году доля приватизированных земель с.-х. назначения от общей площади приватизированных земель области составила 93,8%. Ежегодно уменьшается доля земель, находящихся в собственности граждан, с одновременным увеличением собственности юридических лиц. Это объясняется тем, что в большинстве районов часть граждан, реализовав свои права собственника на земельную долю, выделив ее в натуре (образование земельного участка), продают их вновь организованным с.-х. предприятиям с последующей регистрацией земель в их собственности.

Главной составляющей рынка земли является сам рыночный механизм, который представляет собой способ взаимодействия продавца и покупателя, основанный на спросе, предложении и цене. Рынок земли является одним из наиболее регулируемых государством рынков, и особое внимание уделяется землям с.-х. назначения. В этой связи, наряду с рыночными регуляторами (спросом, предложением и ценой), решающее влияние оказывают институты и организации, призванные обслуживать и регулировать данный рынок. Отмеченные особенности земельного рынка являются определяющими на управление землепользованием факторами [3].

На протяжении последних лет в области продолжается продажа земельных участков крестьянским (фермерским) хозяйствам и с.-х. предприятиям. В 2013 году ими выкуплено 70 земельных участков, что, по сравнению с 2012 годом (160), меньше в 2,2 раза. Площадь выкупленных земельных участков составила 1135,31 га и является в 2,1 раза меньшей, чем площадь выкупленных земельных участков крестьянскими (фермерскими) хозяйствами в 2012 году (2493 га). Большинство сделок по продаже государственных и муниципальных земель в 2013 году осуществлено в землях населенных пунктов: 2797 сделки на площади 541,7072 га; на землях с.-х. назначения осуществлено 96 сделок на площади 3494,62 га (для сельхозпроизводства). За 2013 год гражданами выкуплено для индивидуального жилищного строительства, личного подсобного хозяйства и садоводства 2331 земельных участков, площадью 338,9 га, в том числе в населенных пунктах – 2324 (338 га), в землях с.-х. назначения – 7 (0,83 га).

По данным статистической отчетности 3-ЗЕМ «Сделки с землей» за 2013 год было зарегистрировано 11788 сделок на площади 38954,9 га (в 2012 – 10242 сделки на площади 42713,5 га) по купле-продаже застроенных и незастроенных земельных участков, заключенных гражданами и юридическими лицами; 2679 сделки с земельными участками по договорам дарения на площади 3987 га; 3830 сделок, связанных с передачей по наследству земельных участков (4501 га); 877 сделок залога (рис. 1). Доля сделок, осуществленных при купле-продаже земельных участков гражданами и юридическими лицами в 2013 году, составляет 61,4% в общем количестве сделок граждан и юридических лиц, что на 2,4% больше, чем в 2012 году (10242 сделки на площади 42713,5 га). Доля сделок, осуществленных при купле-продаже земельных участков гражданами и юридическими лицами в 2013 году, составляет 61,4% в общем количестве сделок граждан и юридических лиц, что на 2,4% больше, чем в 2012 году (10242 сделки на площади 42713,5 га) (рис. 1). Доля сделок, осуществленных между гражданами и юридическими лицами в общем количестве сделок в 2013 году, – 18,6% (больше на 2,1% в сравнении с 2012 годом). Площадь проданных по сделкам за год земельных участков гражданами и юридическими лицами составляет 3,1% от общей площади земель, находящихся в отчетном году в обороте. По сравнению с предыдущим годом площадь проданных по сделкам земель осталась на прежнем уровне [4].

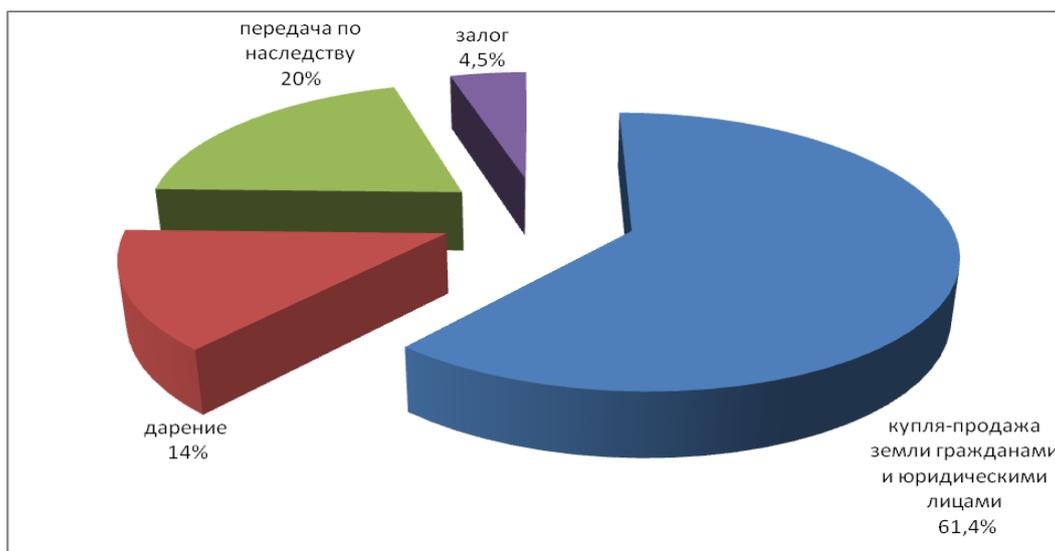


Рис. 1. Доля сделок с земельными участками граждан и юридических лиц в 2013 году в общем количестве сделок граждан и юридических лиц

Аренда земли является важнейшей составляющей земельного рынка. Использование государственных и муниципальных земель на правах аренды является основной формой сделок. Из общего числа сделок с земельными участками, осуществленных в 2013 году в области, на аренду государственных и муниципальных земель приходится 65,1% от общего их количества: 41270 сделка из 63341 (в 2012: 41821 сделка из 62216; в 2011: 39703 сделки из 61674). Эта ситуация показывает, что рынок земель с.-х. назначения находится в «активном» состоянии, что вполне согласуется с общими тенденциями на земельном рынке Северо-Запада [4-9]. Таким образом, в результате реформы земля на территории области стала главным экономическим ресурсом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Доклад о состоянии и использовании земель в Смоленской области в 2013 г.
2. Maul Y, Garmanov. V, Rikoon J.S. Soil conservation and agricultural land use in Kazakhstan // Journal of Soil and Water Conservation. 1993. V.48. pp.382-388.
3. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Засядь-Волк В.В., Осипов Г.К. Управление земельными ресурсами. Учебное пособие. Издательство СПб гос. университета.
4. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Рябов Ю.В. Повышение эффективности землепользования. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. № 26. С. 295-302.
5. Баденко В.Л., Гарманов В.В., Осипов Г.К. Государственный земельный кадастр (на землях населенных пунктов). Под редакцией Н.В. Арефьева. Санкт-Петербург, 2003. 320с.
6. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
7. Гарманов В.В., Баденко В.Л., Трушников В.Е. Оценка арендной платы земли в проектах землеустройства // Горный информационный аналитический бюллетень. 2013. № 8. С. 225-232.
8. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Дмитриев В.В., Осипов Г.К. Учет экологического благополучия геосистем как составная часть стоимостной оценки природно-ресурсного потенциала особоохраняемых территорий // Эколого-экономическое обоснование сбалансированных форм регионального развития в системе "Общество – природа" (Цели, задачи, решения) / Под ред. О.П.Литовки, М.П.Федорова. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. С. 111-149.
9. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Осипов Г.К. Информационное обеспечение управления комплексным природопользованием // Региональные аспекты теории и практики природопользования / Под ред. О.П.Литовки, М.П.Федорова. СПб:Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 40-68.

ДИНАМИКА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ХВОСТОВ
НА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОМ КОМБИНАТЕ

В потенциале практически любое месторождение является мощным источником загрязнения комплексного характера. Согласно определению, нарушенные земли - это земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную хозяйственную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Интенсивный характер использования и важная роль земли как составляющей окружающей среды определяет потребность постоянного наблюдения за ее состоянием [1, 2].

Объектом исследований являются нарушенные земли в горнодобывающем районе Мурманской области (горно-обогатительный комбинат ОАО «Апатит»). Рассматриваемое предприятие расположено в центральной части Кольского полуострова, в непосредственной близости от городских округов г. Кировск и г. Апатиты, и является одним из крупнейших в мире по добыче и переработке апатит-нефелиновых руд.

ОАО «Апатит» производит выработку руды на шести месторождениях четырьмя рудниками, два из которых осуществляют добычу комбинированным открыто-подземным способом (с преобладанием подземного) и на двух других - открытым способом. Кроме рудников, в состав горно-химического объединения входят три обогатительные фабрики, из которых в настоящее время функционируют две, а также два хвостохранилища, из которых в настоящее время действует только одно и один отстойник [3].

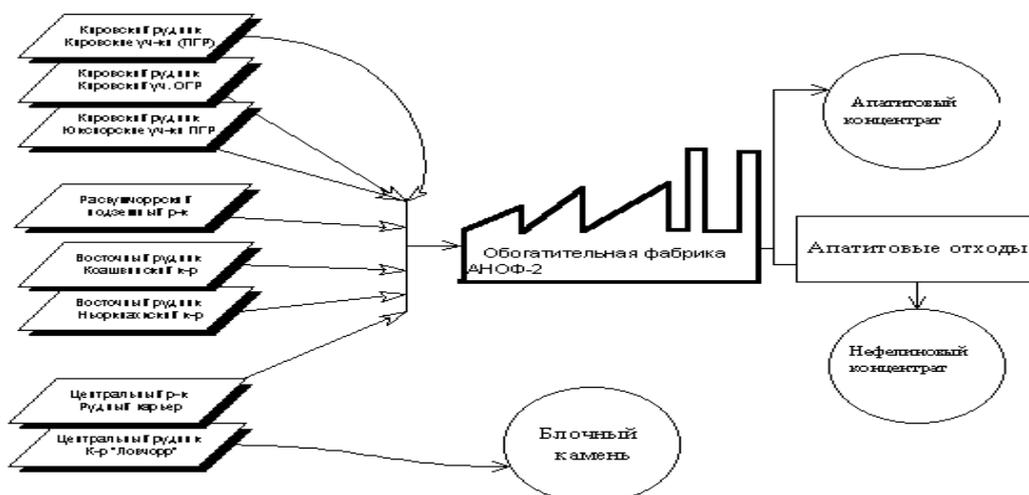


Рис. 1. Технологическая схема ОАО «Апатит»

Целью данной работы является установление динамики нарушенных земель за исследуемый период с 1999 по 2013 года, а также выявление зависимости химического состава хвостов от времени складирования. Для достижения цели были использованы картографические материалы и космические снимки, полученные из Государственного фонда данных, а также данные полевых обследований на территории с нарушенными землями (ОАО «Апатит») [4, 5]. Работы проводились по современным технологиям [6, 7].

На основе данных мониторинга было установлено, что на территории городского округа г. Кировск и подведомственной территорией основные нарушения находятся на землях промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения, а также на землях лесного фонда. Анализ картографических материалов показал, что на 01.01.1999 г. в городском округе города Кировска с подведомственной территорией по данным мониторинга нарушенными землями было занято 7444,91 га. К 01.01.2013 г. площадь нарушенных земель увеличилась на 167,77 га и составила 7612,68. Увеличение произошло за счет расширения площади отвалов на карьерах.

Соотношение слабо-, средне- и сильно нарушенных земель за этот же период изменилось незначительно. Эта ситуация объясняется приростом сильно нарушенных земель (карьеры Коашва, Ньюрпахк, рудник им. С.М. Кирова) и естественным процессом зарастания древесно-кустарниковой растительностью неиспользуемых карьеров и отвалов. Аналогичная ситуация наблюдается в городском округе г. Апатиты с подведомственной территорией. В ходе мониторинга было выявлено, что нарушенные территории здесь составляют 2266,49 га. К концу 2013 года площадь увеличилась на 80 га и составила 2347 га. Увеличение произошло за счет расширения площади отвалов на хвостохранилище апатит-нефелиновой обогатительной фабрики-2 (АНОФ-2) и за счет размещения земельных участков на территории городской свалки. Соотношение слабо-, средне- и сильно нарушенных земель за период 1999-2013 гг. в этом городском округе изменилось также незначительно. Это объясняется интенсивным процессом естественного (природного) зарастания недействующих карьеров и отвалов древесно-кустарниковой растительностью.

Ежегодно с обогатительной фабрики поступает более 6 млн. м³ хвостов обогащения на хвостохранилище АНОФ-2. Это хвостохранилище является одним из крупнейших в России по площади и объему. Его общая площадь составляет 7,8 км², а периметр по дамбе обвалования – 11 550 м. Намывная дамба в 2012 г. достигла высоты 70 м и относится к сооружениям I класса капитальности [8]. С каждым годом количество содержания химических элементов в хвостохранилище уменьшается. Эта тенденция объясняется совершенствованием технологии извлечения из хвостов сопутствующих минералов (табл. 1).

Так, в песках отвалов 1960-х годов выявлено содержание апатита 6,2%, а в пробе 2010 года - 4,7% (табл. 2). Этот факт объясняется тем, что до 1960-х годов обогатительная фабрика работала на относительно крупном помолу руды, после режим дробления и технология обогащения были усовершенствованы [9].

Таблица 1. Минералогический состав хвостов апатито-нефелиновых фабрик в Хибинах, %

Материал	Апатит	Нефелин	Эгирин	Полевой шпат	Сфен	Титаномагнетит
Хвосты, 1964 г.	6,2	58,9	11,6	8,2	5,0	4,2
Хвосты, 2010 г.	4,7	57,2	10,5	6,9	3,2	3,7
Руда, 2010 г.	54,2	32,1	7,1	2,3	2,2	1,5

При изучении химического состава песков хвостохранилищ разных сроков хранения наблюдается существенные изменения по содержанию в них P₂O₅ и CaO (табл. 2) [10].

Результаты исследований показали следующее:

1. Общая площадь нарушенных земель за последние десять лет имеет тенденцию к увеличению:

- в городском округе г. Кировск – на 167,77 га (2,2%);
- в городском округе г. Апатиты – на 80 га (3,4%).

2. Большинство нарушенных земель – результат производственной деятельности горно-химического комплекса ОАО «Апатит». Основным типом техногенного воздействия (типом освоения территории) является «недропользование», в частности, «разработка твердых полезных ископаемых». К этому же типу техногенного воздействия можно отнести и «гидротехническое строительство», которое включает отстойник хвостохранилища апатит-нефелиновой обогатительной фабрики.

3. Выявлено, что модернизация технологии работ по переработке руды приводит к уменьшению содержания минералов в отвалах, что позволяет сократить площади техногенно-нарушенных земель (за счет уменьшения площадей под отвалами).

4. Темпы ежегодного увеличения площади отвалов будут снижаться в связи с совершенствованием технологии работ, позволяющих уменьшить темпы расширения площади карьеров и уменьшить площади размещения вскрыши от нового производства в отработанные карьеры при неизменном ежегодном объеме добычи руды.

5. Складируемые хвосты апатитовой и нефелиновой флотации обогатительных фабрик ОАО «Апатит» (согласно разработанным классификациям) можно отнести к породам, пригодным для рекультивации, но требующим агрофизического и агрохимического улучшения [11].

Таблица 2.2 Содержание Р и Са в хвостах
(% на прокаленную навеску)

Возраст хвостов, лет	P ₂ O ₅	СаО
0	2,1	4,9
10	4,4	6,1
20	5,6	7,6
40	7,7	10,0

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
2. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Засядь-Волк В.В., Осипов Г.К. Управление земельными ресурсами. Учебное пособие. СПб.: Изд СПбГУ, 2010.
3. Пожиленко В.И., Гавриленко Б.В., Жиров Д.В., Жабин С.В. Геология рудных районов Мурманской области Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. 359 с.
4. Ежегодный доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области «Состояние и охрана окружающей среды Мурманской области» 2012 г.
5. Доклад «О состоянии и использовании земель в Мурманской области. По состоянию на 01 января 2012 г.
6. Богданов В.Л., Николаев Р.В., Шмелева И.В. Экологический мониторинг состояния городской среды С-Петербурга // Ж. «Известия Русского географического общества. Т.132. Вып.6. 2000.
7. Пикина Е.В., Рябов Ю.В., Гарманов В.В. Информационные технологии при мониторинге нарушенных земель // ХLI Неделя науки СПбГПУ: материалы научно-практической конференции с международным участием. Ч.1. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. С. 361-362.
8. Григорьев А.В., Шалль Э.Э. Экологические аспекты развития ОАО «Апатит» // Горный журнал. – 1999. № 9. С. 69-71.
9. Коробов Б.Л., Томчук Н.П. Минерально-сырьевая база ОАО «Апатит» // Горный журнал. 1999. №9. С. 19-22.
10. Подлесная Н.И., Костина В.А. Пылящие нефелиновые хвосты // Природа заполярья и ее охрана. Выпуск второй. Мурманское книжное издательство. 1975.
11. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Зотов К.В., Колдиц О., Осипов Г.К., Цильке В. Управление природно-техногенными комплексами: Введение в экоинформатику. Учебное пособие СПб.: Изд СПбГТУ, 2000.

В.В.Гарманов, Е.И.Погодина, Е.А.Пилипенко
(Санкт-Петербургский государственный университет),

В.В.Терлеев, В.Л.Баденко
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ

При решении поставленных Концепцией перехода Российской Федерации к устойчивому развитию задач, необходимо создать и эффективно эксплуатировать информационную базу, созданную на основе информационных технологий при проведении мониторинга земель [1-4], разработке на ее основе оптимальных управленческих решений [5, 6]. Это создаст предпосылки успешного осуществления государственной земельной политики в целях обеспечения продовольственной безопасности страны [7, 8]. Государственный мониторинг земель является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) и представляет собой систему наблюдений за состоянием земель (Земельный кодекс РФ, статья 67). Объектами государственного мониторинга земель являются все земли в Российской Федерации.

В соответствии с Положением об осуществлении государственного мониторинга земель, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 28 ноября 2002 г. №846, осуществляется сбор информации о состоянии земель в Российской Федерации, ее обработка и хранение, ведется непрерывное наблюдение над использованием земель исходя из их целевого назначения и разрешенного использования, анализ и оценка качественного состояния земель с учетом воздействия природных и антропогенных факторов. При этом считаем весьма полезным использование зарубежного опыта [9]. Обеспечение функционирования мониторинга выполняется посредством информационных технологий, системы наблюдений, сбора и обработки информации, в том числе - на основе данных дистанционного зондирования Земли как наиболее объективных и оперативных в применении. В настоящее время Федеральное космическое агентство обеспечивает поставку данных только высокого и среднего пространственного разрешения, получаемых с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли «Ресурс-ДК» и «Метеор-М».

В данной работе рассмотрен вариант использования материалов мониторинга для выявления нарушений использования земель в пределах водоохраных зон и прибрежных защитных полос и использование мониторинговой информации для управления землепользованием.

1. Характеристика объекта работ

Объектом проведения работ являлась территория Тосненского комбикормового завода в пределах водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы реки Тосна. По материалам мониторинга земель данной территории был проведен анализ их (земель) использования и была сделана попытка в опытный порядок спроектировать водоохранную зону. Река Тосна протекает по территории Тосненского района Ленинградской области, является левым притоком Невы и относится к бассейну Балтийского моря. Протяженность реки от истока до устья составляет 121 км, площадь водосборного бассейна – 1640 км², ширина реки может меняться от 5 до 50 м в ширину. В верховьях скорость реки достигает 0,2 м/с, средняя ширина – 5 м, глубина – 1 м. Дно практически по всему течению р. Тосна песчаное. Ширина реки изменяется, максимального значения она достигает в районе поселка городского типа Ульяновка – 40-50 м. Земли сельскохозяйственного назначения в районе занимают 64 694 га,

что составляет около 18% территории района. Для проектирования границы водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы реки Тосна использованы листы карты сельскохозяйственного предприятия ЗАО «Тосненский комбикормовый завод» масштаба 1:10000 в формате jpg в системе СК-47. Были отобраны двенадцать листов, на которых построены границы водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы р. Тосна. В качестве геоинформационной системы использована программа MapInfo, в которой была проведена векторизация картографического материала масштаба 1:10000.

2. Проектирование водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы

Водоохранная зона – это территория, примыкающая к береговой линии водного объекта, на которой вводится специальный режим использования территории. В границах водоохранной зоны устанавливаются прибрежные защитные полосы, в пределах которых определяется дополнительный режим использования территории. Размер водоохранной зоны может быть двух вариантов в зависимости от протяженности водотока: 1) от 10 до 50 км – ширина водоохранной зоны 100 м; 2) более 50 км – 200 м. Ширина прибрежных защитных полос в зависимости от уклона может быть от 30 до 50 м и до 100 м для пашни и крутых склонов (рис. 1).

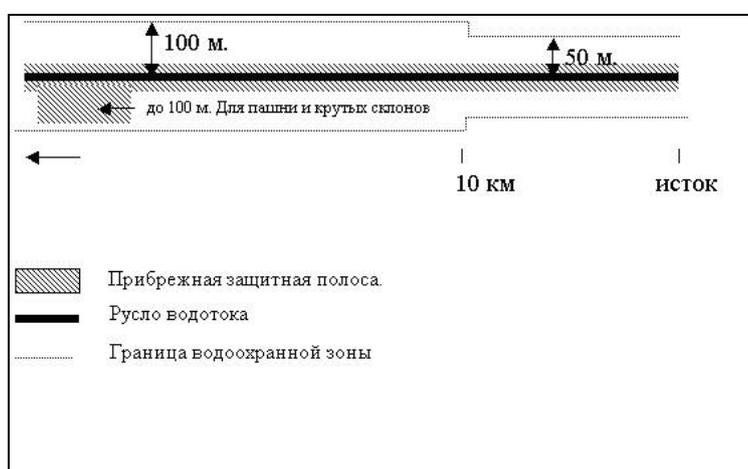


Рис. 1. Структура водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы

Для проектирования водоохранной зоны сначала была отвекторизована река Тосна, а затем с помощью функции «Буферные зоны», была построена водоохранная зона шириной 200 м. Ширина прибрежной защитной полосы была принята 40 м, т.к. символично уклон берега по всей протяженности реки был взят со значением до 3° (рис. 2).

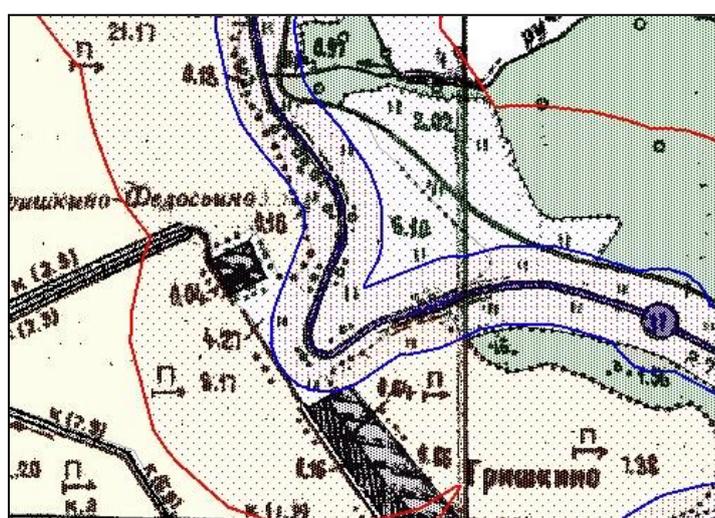


Рис. 2. Фрагмент отвекторизованной карты

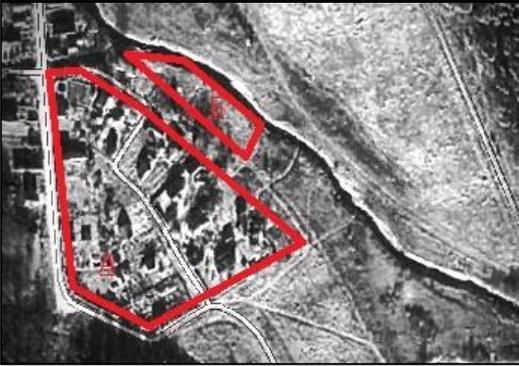
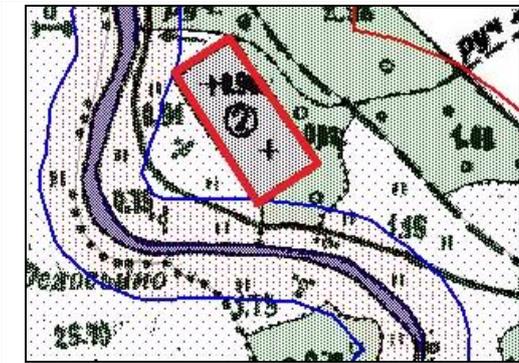
Условные обозначения:
 Прибрежная защитная полоса;
 Водоохранная зона;
 Граница прибрежной защитной полосы;
 Граница водоохранной зоны

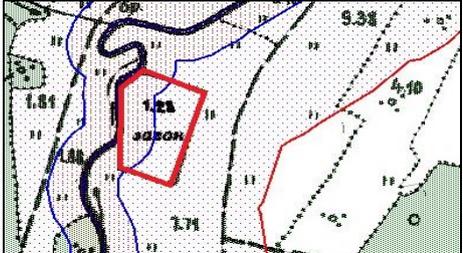
Согласно Водному кодексу РФ в границах таких зон соблюдается определенный режим использования земель: запрет на использование сточных вод в целях регулирования плодородия почв, размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ, пунктов захоронения радиоактивных отходов, движение и стоянка транспортных средств, размещение автозаправочных станций и др. (статья 65 Водного Кодекса РФ). Кроме того, в пределах прибрежной защитной полосы устанавливаются дополнительные ограничения, такие как запрет на: распашку земель, размещение отвалов размываемых грунтов, выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

Для выявления нарушений был проведен анализ содержания зон на построенной карте. В дополнение к этому были проведены исследования с использованием данных дистанционного зондирования Земли ресурсного центра СПбГУ "Космических и геоинформационных технологий". Космические снимки со спутника SPOT 5 предоставлены ИТЦ «СканЭкс».

3. Предложения по устранению нарушений водоохранного режима

Собственники, землевладельцы и землепользователи, земельные участки которых находятся на территории водоохранной зоны и ее прибрежной защитной полосы, обязаны соблюдать указанный режим использования данной зоны и ее защитной полосы. Лица, виновные в нарушении режима использования территории водоохранных зон и прибрежных защитных полос, несут ответственность в соответствии с действующим законодательством и могут быть привлечены к административной ответственности в соответствии со статьей 8.13 «Нарушение правил охраны водных объектов» Кодекса об Административных правонарушениях РФ.

Описание	Иллюстрация	Предложения по устранению нарушений
<p>а) С помощью космических снимков выявлены дачные и садово-огородные участки, расположенные в водоохранной зоне.</p>		<p>в пределах водоохранной зоны это является недопустимым в случае, если такое размещение не приводит к загрязнению, засорению и истощению (согласно пунктам 15 и 17 статьи 65 Водного Кодекса РФ).</p>
<p>б) На листе карты выявлено небольшое кладбище, расположенное в водоохранной зоне.</p>		<p>Согласно пункту 15 статьи 65 Водного Кодекса РФ запрещено размещение кладбищ в водоохранной зоне. Для действующего кладбища требуется разработать мероприятия по нейтрализации вредного влияния данного объекта на водоохранную зону.</p>

<p>в) Выявлен загон для скота, размещение которого запрещено в пределах водоохраных зон и прибрежных защитных полос.</p>		<p>Требуется обосновать объемы работ и их стоимость по переносу загона за пределы охранной зоны.</p>
--	---	--

4. Результаты анализа материалов

Анализ картографической информации показал, что использование космических и аэрофотоснимков позволяет выполнять определенные объемы мониторинговых работ камеральным способом. Картометрический анализ позволяет определить объемы работ и их ориентировочную стоимость, что необходимо для разработки проектных и управленческих решений. Космические и аэрофотоснимки содержат для этого достаточно данных. Выезд на местность необходим лишь в некоторых случаях. Диапазон использования данных дистанционного зондирования может применяться не только для мониторинга с.-х. земель, но и для комплексной оценки агромелиоративных систем при планировании их реконструкции [10, 11], а также – для оперативного выявления различных нарушений законодательства, в данном случае водного.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арефьев Н.В., Гарманов В.В., Осипов Г.К., Трушников В.Е. Ландшафтно-экологическое районирование и мониторинг земель Ленинградской области // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. №11. С.303-311.
2. Баденко В.Л., Гарманов В.В., Осипов Г.К. Государственный земельный кадастр (на землях населённых пунктов). Под редакцией Н.В. Арефьева. Санкт-Петербург, 2003. 320с.
3. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006. 396с.
4. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
5. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Рябов Ю.В. Повышение эффективности землепользования. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. №26. С.295-302.
6. Гарманов В.В., Загорский М.Ю. Оптимизация структуры природно-аграрных систем // Сб. трудов Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата. (К 80-летию Агрофизического НИИ), СПб, Любавич, 2012, С.224-229.
7. Шишов Д.А., Шишов А.Д., Козырева Е.В. Новая государственная политика использования земель в Российской Федерации - еще один шаг в неизвестность//Юридическая мысль. 2012. № 5(73). С.81-88.
8. Шишов Д.А., Шишов А.Д., Козырева Е.В. Некоторые вопросы реализации государственной земельной политики в системе рационализации инвестиционной деятельности// Юридическая мысль. 2013. №5 (79). С.120-127.
9. Maul Y., Garmanov V., Rikoon J.S. Soil conservation and agricultural land use in Kazakhstan // Journal of Soil and Water Conservation. 1993. V.48. pp.382-388.
10. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Мишель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.468-472.
11. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ
ЗЕМЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ

Использование земли в Российской Федерации является платным. Формами платы за использование земли являются земельный налог и арендная плата (статья 65 Земельного кодекса РФ). В основе расчета размера платежей за пользование землей лежит *кадастровая стоимость земли*, которая основывается на *рыночной стоимости*. Это в полной мере согласуется с общим направлением развития земельной политики в Российской Федерации [1, 2]. Обеспечить необходимой информацией реализацию платности использования земли призвана одна из важнейших функций управления землепользованием – Информационное обеспечение платности землепользования.

Данная функция управления включает:

- обоснование ставки земельного налога;
- обоснование арендной платы за использование земельных участков;
- оценку кадастровой стоимости земельных участков;
- оценку рыночной стоимости земельных участков;
- оценку убытков собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков, в том числе упущенной выгоды, в связи с изъятием земельных участков для государственных или муниципальных нужд, ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц, временным занятием земельных участков;
- оценку убытков собственников земельных участков в связи с изменением целевого назначения земельного участка, переводом земель из одной категории в другую или изменением вида разрешенного использования земельного участка;
- оценку экономического ущерба от нарушения земель (ухудшения и разрушения почв и земель) под воздействием антропогенных факторов (деградации почв и земель, загрязнения земель химическими веществами, загрязнения земель радионуклидами, захламления земель несанкционированными свалками, другими видами несанкционированного размещения отходов) [3];
- оценку размера платежей за нарушение и загрязнение земель;
- при обосновании ставки земельного налога за использование земельных участков используются материалы государственной кадастровой оценки земель;
- арендная плата за земельные участки, находящиеся в частной собственности, устанавливается по соглашению между арендодателем и арендатором;
- арендная плата за земельные участки, находящиеся в государственной и муниципальной собственности, устанавливается на основе кадастровой стоимости в зависимости от формы собственности (рис. 1): для земельного участка, находящегося в собственности Российской Федерации, – в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16 июля 2009 г. №582 «Правила определения размера арендной платы, а также порядка, условий и сроков внесения арендной платы за земли, находящиеся в собственности Российской Федерации»; для земельного участка, находящегося в собственности субъекта Российской Федерации, – в соответствии с

постановлением правительства субъекта РФ; для земельного участка, находящегося в муниципальной собственности, – в соответствии с решением Совета муниципального района;

- арендная плата за земельные участки одинаковые по функциональному использованию в зависимости от формы собственности устанавливается в процентах от кадастровой стоимости.

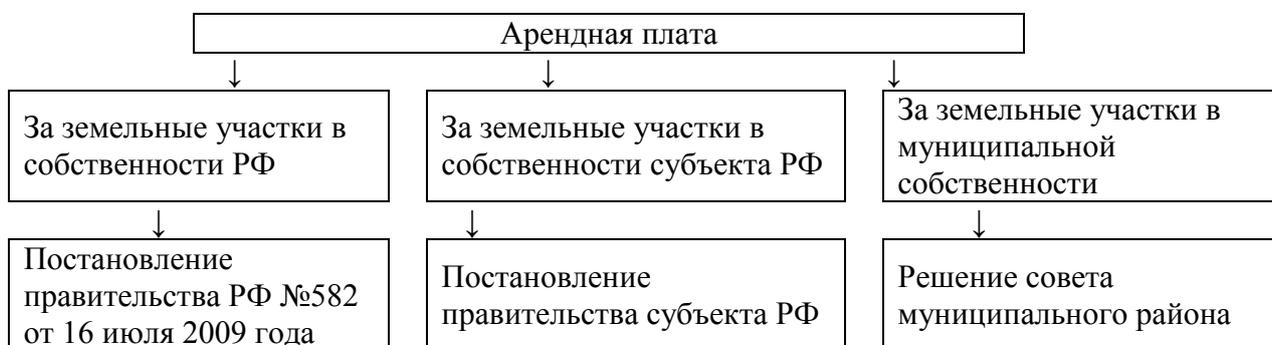


Рис. 1. Арендная плата за земельные участки, находящиеся в государственной и муниципальной собственности

При этом следует отметить, что ставки арендной платы могут значительно колебаться в зависимости от вида собственности земельного участка. Например, на территории Абзелиловского района Республики Башкортостан за земельный участок 3042 м², предназначенный для размещения автозаправочной станции, расположенный на землях федеральной собственности расчетная арендная плата составит 38827 руб. (12,76 руб./м²) (табл. 1). Для аналогичного участка, находящегося в муниципальной собственности, арендная плата составит 205200 руб. (67,46 руб./м²) (согласно решению Совета муниципального района Абзелиловский район РБ от 05.02.2010 №159 арендная ставка установлена в размере 10,57% от кадастровой стоимости). Для участка, находящегося в собственности субъекта федерации, арендная плата составит 485335 руб. (159,54 руб./м²) (согласно постановления правительства Республики Башкортостан от 22.12.2009 №480 арендная ставка за земельные участки, предназначенные для размещения автозаправочных станций за пределами населенных пунктов установлена в размере 25% от кадастровой стоимости).

Таблица 1. Изменение величины арендной платы за землю в зависимости от вида собственности

Кадастровый номер земельного участка	Площадь земельного участка, м ²	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./м ²	Кадастровая стоимость земельного участка, руб.	Ставка арендной платы	Расчетный размер арендной платы, руб.
Ф 02:01:130802:5	3042	638,17	1 941 340	2%	38827
С 02:01:130802:5	3042	638,17	1 941 340	25%	485335
М 02:01:130802:5	3042	638,17	1 941 340	10,57%	205200

Примечание. Буквами обозначены виды собственности: Ф – федеральная, С - субъекта федерации, М - муниципальная.

Выше приведенная информация показывает, что арендная плата является действенным экономическим инструментом государственного управления землепользованием. Административные органы субъекта федерации и муниципальных образований имеют возможность экономически оказывать влияние на размещение объектов промышленности уменьшая или увеличивая арендные платежи за пользование землей. В экономическом аспекте, аренда земельного участка у собственника – это купля-продажа права за пользование этим участком на определенный срок. Необходимость оплаты услуг, предоставляемых земельным участком, обусловлена [4]:

- а) ожидаемыми экономическими выгодами от аренды земельного участка арендодателем и арендатором;
- б) ограниченностью ресурса и конкуренцией за право пользования им.

Главное экономическое условие аренды земли:

- а) земельный участок может быть предоставлен собственником в аренду при условии возмещения ему затрат (или части затрат) на освоение или покупку сходного по качеству участка земли за определенный срок или в лучшем случае получение дохода сверх покрытия затрат;
- б) земельный участок может быть взят в аренду, при условии возмещения затрат на его аренду и получения сверх этого определенного дохода, достаточного для самофинансирования производства или получения иных выгод в виде определенных услуг.

Следовательно, аренда земельных участков может быть эффективна, если она будет экономически выгодна арендодателю и арендатору. А это возможно при экономически равных условиях для собственника земельного участка и арендатора. Экономические условия обоснования арендной платы (A_p) за пользование земельным участком можно выразить зависимостью [5]:

$$A_{pa} \geq A_p \geq A_{pc},$$

где: A_{pa} – максимально возможная ставка арендной платы для арендатора; A_{pc} – минимально допустимая ставка арендной платы для арендодателя.

Детальные расчеты арендной платы за земли промышленности в Абзелиловском районе Республики Башкортостан показали, что собственнику земельного участка экономически выгодно установить арендную плату не менее чем в 168 руб./м². Оценка эффективности коммерческой деятельности арендатора по эксплуатации бензоаправки показала, что арендатор готов платить арендную плату не больше 312 руб./м². Следовательно, аренда земельных участков частной собственности, относящиеся к категории земель промышленности и иного специального назначения для использования под бензоаправку, экономически выгодна и для арендодателя (собственника земельного участка), и для арендатора.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шишов Д.А., Шишов А.Д., Козырева Е.В. Новая государственная политика использования земель в Российской Федерации - еще один шаг в неизвестность //Юридическая мысль. 2012. №5(73). С.81-88.
2. Шишов Д.А., Шишов А.Д., Козырева Е.В. Некоторые вопросы реализации государственной земельной политики в системе рационализации инвестиционной деятельности//Юридическая мысль. 2013. №5(79). С.120-127.
3. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Зсядь-Волк В.В., Осипов Г.К. Управление земельными ресурсами. Изд-во С-Петербур. ун-та, 2010. 173с.
4. Гарманов В.В., Терлеева А.В., Петрова Е.А., Шилов С.О. Аренда земли как инструмент управления земельными ресурсами // Неделя науки СПбГПУ: материалы научно-практической конференции с международным участием. Научно-образовательный центр «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе». СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. С.208-210.
5. Гарманов В.В., Баденко В.Л., Трушников В.Е. Оценка арендной платы земли в проектах землеустройства // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. №8. С.225-231.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРАКТИКИ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ
В ЗЕМЕЛЬНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

Земельные ресурсы как основа всей совокупности природных условий функционирования государства и общества - важнейший компонент окружающей природной среды, отличаются от других естественных условий непосредственным участием в процессах материальной деятельности. Естественно, что с развитием системы новых земельных отношений, с одной стороны, возрастет роль государства в создании конкурентной рыночной среды для поддержания эффективного собственника земли, а с другой, - назревает необходимость в создании единого правового и информационного пространства для жесткого (но экономически и юридически обоснованного) перераспределения земель, осуществляемого на основе государственного управления всем земельным фондом страны.

Государственное управление при наличии такого разнообразия землепользователей выполняет в большей степени регулятивные и координирующие функции. Тем не менее, одной из задач проводимой в России земельной реформы является создание нового правового инструментария государственного управления земельным фондом РФ, выступающего в качестве системы взаимодополняющих и взаимосвязанных между собой элементов, используемого для принятия управленческих решений и реализации права по использованию земли всеми группами субъектов на основе экономической и экологической целесообразности [1, 2].

На основе сказанного можно заключить, что именно земельное законодательство является тем важнейшим инструментом государственного управления земельным фондом, так как формирует основы земельно-правового императива, несущего в своем содержании категорические требования организационно-экономического начала реализации учетной, плановой, контрольно-ревизионной и других функций государственного управления [3].

Изменения земельного законодательства последних двух лет в целом, равно как и изменения отдельных федеральных законов, с формальной точки зрения реализуется в соответствии с утвержденными Основами государственной политики использования земельного фонда РФ на 2012-2017 годы, в числе основных направлений которых в аспекте управления земельным фондом, в частности, выделяются:

- совершенствование порядка определения правового режима земельных участков путем исключения из земельного законодательства принципа деления земель на категории по целевому назначению;
- изменение порядка предоставления земельных участков гражданам и юридическим лицам;
- обеспечение гарантий прав на землю и защита прав и законных интересов собственников, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков;
- совершенствование государственного земельного надзора и муниципального земельного контроля;
- упорядочивание процессов изъятия земельных участков для государственных, муниципальных и общественных нужд;
- обеспечение императивности изъятия земельных участков в связи с их ненадлежащим использованием, включая уточнение оснований для такого изъятия, а также полномочий органов государственной власти и органов местного самоуправления при осуществлении мероприятий, связанных с изъятием [4].

Подписание Президентом Российской Федерации В.В. Путиным Федерального закона от 23.06.2014 № 171-ФЗ «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» принятого Государственной Думой 10 июня 2014 года и одобренного Советом Федерации 18 июня 2014 года, предопределило принятие ряда федеральных законов, конкретизирующих изменения в действующем Земельном кодексе.

Так, например, Гражданский кодекс Российской Федерации дополнен статьей, предусматривающей отчуждение объекта незавершенного строительства в связи с прекращением договора аренды земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности.

Лесной кодекс Российской Федерации, Градостроительный кодекс Российской Федерации, Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» и ряд других федеральных законов приведены в соответствие с изменениями, внесенными Федеральным законом в Земельный кодекс Российской Федерации.

Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 224-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – ФЗ № 224-ФЗ), разработанный Минстроем России, вводит новый порядок бесплатного предоставления земельных участков под строительство жилья эконом-класса по так называемым «голландским аукционам». Главным условием такого предоставления земельного участка является реализация готового жилья по зафиксированной в процессе аукциона цене.

Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 234-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – ФЗ № 234-ФЗ) разработан для реализации целей урегулирования отношений, возникающих в связи с осуществлением государственного мониторинга земель, государственного земельного надзора, а также муниципального и общественного земельного контроля.

Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 217-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части законодательного регулирования отношений по найму жилых помещений жилищного фонда социального использования» призван восполнить пробел правового регулирования отношений по некоммерческому найму жилых помещений и направлен на развитие рынка доступного арендного жилья, а также на развитие некоммерческого жилищного фонда для граждан, нуждающихся в жилых помещениях, имеющих невысокий уровень доходов, которым недоступны приобретение жилья в собственность за счет собственных и заемных средств и наем частного жилья, но не имеющих оснований быть признанными малоимущими.

И самый главный нормативный акт в сфере земельных отношений - Федеральный закон №171-ФЗ «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 июня 2014 года, направленный на регулирование вопросов возникновения, прекращения и осуществления прав на земельные участки, а также изменение действующего порядка предоставления земельных участков, находящихся в государственной и муниципальной собственности, вступает в силу 1 марта 2015 года. Закон направлен на исполнение мероприятий, предусмотренных в «дорожной карте» «Совершенствование правового регулирования градостроительной деятельности и улучшение предпринимательского климата в сфере строительства», утвержденной Правительством РФ в 2013 году, и реализует задачи правового режима земель населенных пунктов, коммерциализации и ликвидности застраиваемых территорий.

Главные задачи, решаемые рассматриваемым законом, являются следующие:

- совершенствование действующего порядка использования земель населенных пунктов [5];
- оптимизация процедуры предоставления земельных участков из публичной собственности;
- снижение административных барьеров и сокращения избыточных согласований процедур предоставления земель.

Для этих целей Земельный кодекс РФ дополнен шестью новыми главами, при существенном изменении или исключении положений действующих статей ЗК РФ. Изменения, вносимые перечисленными выше законами, также касаются:

- вопросов порядка образования земельных участков;
- перераспределения земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности, и земельных участков, находящихся в частной собственности;
- процедур передачи земельных участков, находящихся в федеральной собственности, в муниципальную собственность или собственность субъектов РФ, а также иных сфер.

Кроме того, предусмотрены довольно содержательные переходные положения, направленные на оптимизацию процессов адаптации новых правил и процедур, которые позволят упорядочить правоприменительную практику использования и управления земельными ресурсами применительно к обновленным социально-политическим условиям Российского государства в части обеспечения задач продовольственной безопасности посредством сохранения и интенсификации производительного и ресурсно-территориального потенциала земельного фонда Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Засядь-Волк В.В., Осипов Г.К. Управление земельными ресурсами. Учебное пособие. Изд-во С-Петербур. ун-та, 2010. 173 с.
2. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Рябов Ю.В. Повышение эффективности землепользования // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. №26. С.295-302.
3. Шишов Д.А., Великанова М.А., Козырева Е.В. Некоторые аспекты формирования земельных отношений в РФ // Гуманизм и право. Научно-образовательный журнал. 2009. №5(10), С.21-26.
4. Шишов Д.А., Шишов А.Д., Козырева Е.В. Новая государственная политика использования земель в Российской Федерации - еще один шаг в неизвестность// Юридическая мысль. 2012. №5(73). С.81-88.
5. Баденко В.Л., Гарманов В.В., Осипов Г.К. Государственный земельный кадастр (на землях населенных пунктов). Под редакцией Н.В. Арефьева. Санкт-Петербург, 2003. 320с.

УДК: 332.3

Д.А.Шишов, Г.Б.Стрекулев

(Санкт-Петербургский государственный аграрный университет)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ (ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ)

Основой методологии экологической рационализации землепользования служит функционирование земли как природного комплекса и объекта эколого-экономических отношений. Центральным звеном экологической рационализации землепользования является формирование и поддержание параметров экологического каркаса территории и проводимая на этой основе оценка ландшафтно-экологических условий и состояния использования земли. Это положение подтверждает и анализ зарубежного опыта [1].

Оценка экологического состояния земель, изучение структуры агроландшафтов характеризуют существующий природный экологический фон и степень антропогенной преобразованности территории. Это позволяет выявить характер проявления негативных процессов (природный, антропогенный или природно-антропогенный) и установить эколого-экономическую систему мероприятий по улучшению свойств земель [2-5]. Одним из направлений обоснования эколого-экономического устойчивого землепользования является модель оптимизации структуры природно-аграрных систем [6]. По экспертным данным Госкомэкологии РАН крайне высокой и высокой степенью техногенного загрязнения отличаются крупные многофункциональные города с химическими, нефтехимическими металлургическими производствами в Белгородской, Кемеровской, Мурманской, Новгородской, Новосибирской, Челябинской и ряде других областей, в Краснодарском крае, в республиках Тыва и Саха.

Применение и апробирование концепции землеустроительных подходов к проблеме комплексного учета ландшафтно-экологических свойств территорий нарушенных земель на основе ландшафтно-экологической парадигмы (адаптивная системно-многофакторная модель) с последующей регламентацией режимов землепользования осуществлялись в процессе многолетних совместных экспедиций организованных кафедрой почвоведения и факультетом землеустройства СПбГАУ в город Карабаш Челябинской области Уральского Федерального округа, представляющий типичный регион нарушенных земель в силу активной техногенной деятельности в сфере горно-рудного производства.

Определение тяжелых металлов проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на приборе марки ААС 6800 в СЗ НИИМЭСХ [7] (табл. 1). Территории, прилегающие к комбинатам цветной металлургии, обладают разным уровнем загрязнения. Предложено выделить 4 зоны техногенной нагрузки, расположенные на разном расстоянии от источника загрязнения: чрезвычайно-опасная (0-2 км), высоко-опасная (2-6,5 км), умеренно-опасная (6,5-12 км), допустимая (свыше 12,5 км) [8]. В зависимости от уровня загрязнения предложены разные методы рекультивации почв.

Одной из ключевых задач в создавшихся условиях является повышение роли землеустройства как государственного мероприятия, определяющего и регулирующего земельные отношения. Как политика является концентрированным выражением экономики, так и землеустройство должно являться концентрированным выражением отношения государства к использованию ее земельных ресурсов. На таком понимании землеустройства должна базироваться современная концепция землеустройства.

Правовая база, регулирующая земельные отношения в стране, должна отражать не только проводимую государством земельную политику, но и исходить из теоретических положений о роли земли в общественном производстве, организации рационального землевладения и землепользования, обеспечении экономической и экологической устойчивости сельскохозяйственных предприятий.

Факторы, обуславливающие необходимость концепции землеустройства загрязненных территорий, определяются следующими положениями:

1) землеустройство загрязненных территорий должно осуществляться на всех территориальных уровнях проведения землеустройства;

2) первоочередное решение задач восстановления нарушенного состояния земель (ликвидация и предотвращение загрязнения), создание эколого-экономического равновесия в хозяйственном использовании территории, формирование экологически стабильного землепользования;

3) объект землеустройства должен рассматриваться как эколого-хозяйственная система определенного уровня со свойственным ей техногенно-измененным природным динамическим комплексом;

4) приоритет ресурсного развития хозяйственной деятельности на загрязненных территориях (указанное в основном относится к сельскохозяйственным землепользованиям и предполагает планирование производства сельскохозяйственной продукции);

5) в процессе дальнейшего хозяйственного использования загрязненных территорий должен осуществляться постоянный мониторинг и контроль состояния и использования загрязненных земель.

Для реализации указанных принципов необходимо выполнение определенных условий и требований, связанных с проведением и содержанием землеустройства загрязненных территорий.

Таблица 1. Концентрация тяжелых металлов в почве мг/кг

№ точки отбора	Глубина	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Mn	Zc
1	0-15	28,3	945,0	3634,3	2835,0	135,8	2411,5	570
2	3-30	17,5	481,8	4226,3	2295,8	94,5	1871,0	380
3	0-27	6,3	229,0	1111,3	1004,0	64,5	2062,3	148
4	0-23	6,1	166,8	1230,0	745,8	59,8	1407,8	129
5	0-23	5,6	142,5	1590,0	681,5	68,5	558,8	120
6	0-23	4,1	354,0	3027,5	1886,5	131,3	3209,8	211
7	0-28	7,9	480,5	3592,5	2755,0	191,0	4041,8	301
8	3-18	3,0	81,8	463,8	326,0	15,3	1091,3	59
9	0-16	0,2	11,0	43,3	37,5	62,0	455,5	6
10	0-15	9,0	1173,0	192,5	2772,5	376,0	375,5	369
11	0-11	2,7	652,5	1755,0	595,0	82,0	368,5	192
12	5-20	0,4	7,3	108,0	102,3	437,5	614,5	26
13	0-16	5,4	117,0	557,5	687,5	49,0	279,0	93
14	0-16	4,3	427,5	1700,0	485,0	38,5	392,5	159
15	3-14	3,0	51,0	1041,0	566,5	291,8	362,0	76
16	7-19	0,3	8,5	38,5	93,3	46,8	486,3	6
17	2-11	3,0	117,5	603,8	45,8	54,5	1230,5	66
18	5-15	0,1	5,3	53,3	61,0	23,0	191,8	1
19	3-23	0,4	16,8	52,8	105,0	27,5	581,8	9
20	8-14	1,9	13,8	177,8	177,5	24,3	147,8	24
21	0-5	25,7	960,0	8300,0	3380,0	91,5	1090,5	636
22	0-5	14,9	2190,0	6750,0	3137,5	181,3	845,5	741
ФОН		0,1	5,3	53,3	61,0	23,0	191,8	

	Допустимое		Высоко-опасное
	Умеренно-опасное		Чрезвычайно-опасное

ЛИТЕРАТУРА:

1. Maul Y, Garmanov V., Rikoon J.S. Soil conservation and agricultural land use in Kazakhstan. Journal of Soil and Water Conservation. 1993. V.48. pp.382-388.
2. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Зсядь-Волк В.В., Осипов Г.К. Управление земельными ресурсами. Изд-во С-Петербур. ун-та, 2010. 173с.

3. Шишов Д.А., Шишов А.Д., Козырева Е.В. Новая государственная политика использования земель в Российской Федерации - еще один шаг в неизвестность //Юридическая мысль. 2012. №5(73). С.81-88.
4. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.468-472.
5. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
6. Гарманов В.В., Загорский М.Ю. Оптимизация структуры природно-аграрных систем // Сб. трудов Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата (К 80-летию Агрофизического НИИ), СПб.: Любавич, 2012. С. 224-229.
7. Шишов Д.А. Шабанов М.В., Стрекулев Г.Б. Актуальные проблемы техносферной безопасности и природообустройства // Матер. междунар. науч.-практ. конф. (г. Благовещенск, 12 февраля 2014 г.). Благовещенск: ДальГАУ, 2014. С.127-135.
8. Осипов Г.К., Гарманов В.В., Осипов А.Г. Геосистемный подход к рациональному использованию и охране земельных ресурсов при комплексном освоении территории // Региональная экология. 2003. №3-4. С.87-90.

УДК: 699.822

Е.П.Семанина, С.Я.Павлов
(Санкт-Петербургский политехнический университет)

МЕТОДЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ФУНДАМЕНТОВ

Фундамент - это основа любого здания, главная его несущая часть. Его закладывают для переноса тяжести всего строения на грунт. Как известно, основным материалом для фундамента служит бетон. Для обеспечения нормального функционирования фундамента, необходимо защитить его от вредных внешних воздействий. Фильтрация растворов агрессивных веществ отрицательно влияет на долговечность бетона, так как возникает коррозия и происходит постепенное растворение, вымывание и разрушение цементного камня.

Существует также проблема образования и накопления в порах бетона солей, увеличивающихся в объеме, что отрицательно сказывается на структуре материала. Поэтому защита бетона от воды является существенной и актуальной проблемой для фундамента. Это определяет необходимость изучения и совершенствования технологии гидроизоляции. При игнорировании процесса коррозии бетона возможен быстрый износ и разрушение сооружения, что может привести к материальному ущербу и к человеческим жертвам. На данный момент существуют различные способы борьбы с проникновением воды в бетон фундамента.

Рассмотрим их поподробнее. Методы защиты основания разделяются на: первичные – состав бетона и производство работ при его укладке предусматриваются такими, что обеспечивается повышение стойкости против коррозии и водонепроницаемости бетона; и вторичные – предусматриваются гидроизоляция и гидрофобизация (резкое снижение способности изделий и материалов смачиваться водой). При осуществлении первичного способа защиты основания применяют цемент с малой водопотребностью, тщательно уплотняют бетонные смеси при укладке, уменьшают водоцементное отношение, вводят в бетон различные добавки, стараются уменьшить количество капиллярных пор. В настоящей работе рассматриваются такой вторичный метод защиты, как гидроизоляция.

Существуют несколько видов гидроизоляции.

1. Обмазочная и окрасочная гидроизоляция.

Это наиболее распространенный в настоящее время способ борьбы с проникновением воды в материал фундамента. Окрасочную гидроизоляцию наносят более тонким слоем, а обмазочную – более толстым. Применяются цементно-полимерные, горячие и холодные мастики, одно- или двухкомпонентные герметики. Битумные обмазки обладают недостаточной адгезией (способностью прилипания, сцепления с другой поверхностью) и из-за несовместимости химической природы битумов и бетонов быстро разрушаются. К тому же битумы являются хорошей средой для бактерий и микроорганизмов, поэтому в грунте быстро теряют свои гидроизоляционные свойства [1].

При нанесении обмазочной или окрасочной гидроизоляции приходится работать с горячими материалами, что требует особых мер безопасности. Такая гидроизоляция неморозостойка: уже при ноле градусов Цельсия она начинает трескаться и разрушаться. Битумные мастики, используемые для гидроизоляции, содержат наполнители: пылевидные (известняк, доломит, кварц, тальк, зола, мел), волокнистые (коротковолокнистая шлаковата, торфяная крошка, асбест), комбинированные. Наполнители повышают теплостойкость мастик и уменьшают их хрупкость при пониженных температурах, а также сокращают расход битума. Волокнистые наполнители армируют материал, увеличивая его сопротивление растяжению и изгибу [2].

Плюсом обмазочной гидроизоляции является то, что она может наноситься на бетон (в том числе – старый), на кирпич или природный камень. Обмазочные материалы в основном достаточно эластичны. Они способны выдерживать раскрытие трещин бетона до 2-3 мм. В настоящее время существует множество видов мастик, и качество гидроизоляции будет зависеть от выбранного производителя материала и от наполнителей мастики.

2. Оклеечная (рулонная) гидроизоляция.

Выполняется из наклеиваемых друг на друга с помощью битумных мастик рулонных или проволочных материалов. Типы рулонных материалов: полотнища рубероидного типа на негниющей основе с битумсодержащим покрытием; толстые синтетические плёнки (поливинилхлоридная или полипропиленовая паста на бумажной или тканевой основе) и бентонитовые полотна (геотекстильное полотно, содержащие бентонит – тип глины, которая разбухает при смачивании ее водой). Применение бентонитовых полотен или матов получило название «Коричневая ванна». Бентонитовые полотна используются только для подземных частей нижней части здания. Для надземных частей они не эффективны ввиду отсутствия постоянного притока воды – бентонит не разбухает и не заполняет поры и трещинки фундамента [3].

Самым распространенным типом оклеечных материалов являются битумно-полимерные материалы (например, беризол). Беризол – материал, получаемый двусторонним нанесением на стекловолоконную (стеклохолст, стеклоткань) или полиэфирную основу битумного вяжущего, состоящего из битума, наполнителя и технологических добавок, с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев (полимерных пленок). Минус данного типа оклеечных материалов – необходимость очень тщательно подготавливать поверхность для нанесения. Она должна быть гладкой, без элементов, препятствующих адгезии. Существуют четыре способа подготовки бетонных поверхностей для качественного нанесения оклеечных материалов: механический, гидравлический, термический и химический [4]. В последних двух случаях после производится ещё и механическая обработка.

Также недостатком оклеечной гидроизоляции является ее дороговизна – импортные материалы, отличающиеся высоким качеством, в 4-5 раз дороже отечественных аналогов [5]. Еще одним минусом является возможность возникновения явления ползучести – медленной деформации гидроизоляционного ковра с течением времени под действием постоянных

нагрузок [6]. Достоинствами оклеечной гидроизоляции являются быстрота нанесения изоляции на большие площади и устойчивость к большим динамическим нагрузкам, в том числе – к воздействию потока воды.

3. Штукатурная гидроизоляция.

Представляет собой вариант обмазочной гидроизоляции, но толщина покрытия более значительна и достигает 50 мм. Обладает хорошей адгезией. Штукатурная гидроизоляция очень сильно зависит от жесткости изолируемых поверхностей и воздействия вод [1]. В зависимости от материалов различают асфальтовую (горячие и холодные асфальтовые мастики наносят слоями 5-7 мм) и цементную изоляцию (покрытие из цементно-песчаного раствора, наносимого на увлажненную поверхность). Горячая штукатурная асфальтовая изоляция – более вязкая, приобретает гидроизоляционные свойства сразу после высыхания, наносится при температуре 160-190°C. Холодная – смесь битумной пасты с минеральным порошком, затворенная большим количеством воды, наносимая на несколько слоёв при температуре не менее 15°C. Благодаря высокой прочности горячей асфальтовой гидроизоляции ее можно применять на наружных стенах опускных колодцев, а благодаря пластичности – использовать для покрытия конструкций с ожидаемым раскрытием трещин до 2 мм. Холодная асфальтовая гидроизоляция может применяться с допустимым раскрытием трещин до 0,3 мм. Цементную изоляцию выполняют торкретированием и оштукатуриванием. Процесс торкретирования – нанесение на изолируемую поверхность под давлением сжатого воздуха слоя цементного раствора – торкрета или бетонной смеси (портландцемент или безусадочный цемент), в результате чего частицы цемента плотно взаимодействуют с поверхностью конструкции, заполняя трещины, раковины и мельчайшие поры, позволяя торкрету или бетонной смеси изолировать бетон от воды. Растворы смесей наносят в два приема слоем 2-3 мм. Недостатки торкретирования суть: неравномерность состава раствора – из-за чего появляются усадочные трещины, плохое сцепление раствора с бетоном заводского изготовления, сложность контроля над составом цементно-песчаной смеси торкрета вследствие чего не обеспечивается его достаточная плотность и прочность. [7, 8].

4. Металлическая гидроизоляция.

Является очень дорогой, и применяется при защите от напорных вод конструкций I категории, когда необходимы высокие требования к механической прочности, высокой агрессивности воды, устройстве гидроизоляции внутри уже построенных помещений. Устанавливается в основном на внутренней поверхности ограждающих конструкций. Металлическую гидроизоляцию выполняют в виде сплошного покрытия из стальных листов толщиной не менее 4 мм, свариваемых герметичным швом. Через специально оставленные трубки в пространство между листами и бетоном нагнетают цементно-песчаный раствор. После трубки срезаются и отверстия заваривают. При установке по внешней поверхности стен металлическую гидроизоляцию снаружи покрывают окрасочной гидроизоляцией [6].

5. Проникающая гидроизоляция.

Является новым типом гидроизоляции. Необходимость разработки была вызвана тем, что при использовании традиционных типов гидроизоляции возникает много сложностей технологического и эксплуатационного характера. Проникающая гидроизоляция состоит из цемента, песка и комплекса солей. Поры и микропустоты бетона заполняются водонерастворимыми соединениями, образующимися в результате реакции активных химических компонентов с цементным камнем бетона в присутствии воды. Так достигается гидроизоляционный эффект. Затворенный водой состав наносится на бетон. В результате химической реакции активных его компонентов с цементным камнем, частички постепенно проникают внутрь структуры бетона и образуют нерастворимые кристаллы, закупоривающие капилляры и микротрещины. Процесс происходит во всех направлениях.

Таким образом, бетон становится непроницаемым для воды и других жидкостей. Даже если данный тип гидроизоляции и надёжен, и долговечен, опять возникает технологическая проблема – необходима тщательная подготовка изолируемой поверхности песком под высоким давлением, металлическими щётками или электродрелью с абразивной насадкой, с последующим увлажнением поверхности, на которую будет нанесён материал. Ячейки и пустоты расчищаются до слоя неповрежденного бетона [1].

Все же достоинства данного типа перевешивают недостатки: гидроизоляция становится частью бетона; срок службы у гидроизоляции такой же, как и у бетона; она надёжна и обладает высокой стойкостью к агрессивным средам. При применении данного метода необходимо учитывать глубину проникновения: чем она больше, тем лучше гидроизоляционные свойства.

В настоящее время существует множество видов гидроизоляции бетона основания. Все они имеют свои плюсы и минусы и хороши в определенных ситуациях. По мнению авторов, наиболее перспективным методом является именно проникающая гидроизоляция. При необходимости, в сложных случаях она может быть дополнена обмазочной, оклеечной или штукатурной.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. Изд-во БХВ-Петербург, 2011. 278с.
2. Барабанщиков Ю.Г. Строительные материалы и изделия: учебник для студ. сред. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2010 (2-е изд.). 368с.
3. Фурманов Н.Е. Благоприятный состав бетона для изготовления водонепроницаемых конструкций по системе «Белая ванна» // Инженерно-строительный журнал. 2009. №3. С.11-16.
4. Шилов В.В., Зубцов А.М. Руководство по проектированию и устройству гидроизоляции фундаментов. М.: Технониколь, 2012. 75с.
5. Рассказова И.Е. Рязанкин А.И. Фундамент и кладка. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2006. 77с.
6. Беляев Л.Н., Дмитриева Г.К., Иванов Ю.А., Ткаченко Д.Б., Яковлев О.И. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений. М.: Изд-во Стройиздат, 1975. 318с.
7. Фадеев А.Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений. Учебное пособие для студентов строительных специальностей / СПб., 2007. 53с.
8. Лукинский О.А. Водонепроницаемость бетонных резервуаров // Жилищное строительство. 2008. №4. С.36-37.

УДК [631.43+004.65]

А.С.Величко
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

РАСЧЕТ НОРМАЛИЗОВАННОЙ ФУНКЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПОЧВЫ

В гидрофизике почв и мелиоративном почвоведении для расчета динамики почвенной влаги широко применяется уравнение Ричардса, которое относится к классу дифференциальных уравнений в частных производных [1-5]. Для того чтобы решить уравнение Ричардса, необходимо описать входящие в него коэффициенты в явном виде. Известно, что они являются функциями $k=k(\psi)$ и $\mu=\mu(\psi)$. Формализация этих коэффициентов наталкивается на проблему отсутствия их исчерпывающего физического обоснования. По этой причине в качестве коэффициентов уравнения Ричардса нередко применяются

различные эмпирические зависимости, с той или иной точностью интерполирующие измеренные данные [6-8]. Вместе с тем, проблематичность физической интерпретации таких зависимостей не может не ставить вопрос об их универсальности. В лабораторных условиях обычно измеряют не функцию $\mu(\psi)$, а ее первообразную – т.е. зависимость объемной влажности почвы θ ($\text{см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$) от капиллярного давления влаги ψ ($\text{см H}_2\text{O}$). Как известно, данная зависимость описывает водоудерживающую способности почвы и называется основной гидрофизической характеристикой (ОГХ) почвы. Ван Генухтенем [9] предложена модель водоудерживающей способности почвы, которая имеет вид:

$$\bar{\theta} = 1 / \left(1 + (-\alpha\psi)^n \right)^m, \quad (1)$$

где $\bar{\theta} = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r)$ - нормализованная объемная влажность почвы, θ_s - объемная влажность полного насыщения почвы влагой, θ_r - минимальный удельный объем жидкой воды в почве, α и n - эмпирические параметры, $m = 1 - 1/n$.

При $m = 1$ модель (1) преобразуется в аппроксимацию зависимости $\bar{\theta}(\psi)$, которая была предложена рядом предшественников. Ван Генухтен использует формулу (1) для расчета нормализованной гидравлической проводимости почвы (отношения функции гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации почвенной влаги) по методу Муалема [10]:

$$\bar{k} = \sqrt{\bar{\theta}} \left(\int_0^{\bar{\theta}} d\bar{\theta} / \psi \bigg/ \int_0^1 d\bar{\theta} / \psi \right)^2. \quad (2)$$

При использовании переменной $y = \bar{\theta}^{1/m} = 1 / \left(1 + (-\alpha\psi)^n \right)$ соотношение (2) трансформируется к следующему виду:

$$\bar{k} = \sqrt{\bar{\theta}} \left(\int_0^{\bar{\theta}^{1/m}} y^{m-1+1/n} (1-y)^{-1/n} dy \bigg/ \int_0^1 y^{m-1+1/n} (1-y)^{-1/n} dy \right)^2. \quad (3)$$

В случае $m = 1 - 1/n$ выражение (3) допускает достаточно простое аналитическое вычисление; при этом результат интегрирования оказывается следующим:

$$\bar{k} = \sqrt{\bar{\theta}} \left(1 - \left(1 - \bar{\theta}^{1/m} \right)^n \right)^2. \quad (4)$$

Формула (4) широко используется в теории и практике гидрофизических исследований почвы. Важным достоинством этой формулы является то, что входящие в нее параметры являются общими для функций $\bar{\theta}(\psi)$ и $\bar{k}(\psi)$. К числу основных недостатков формулы (4) относится то, что входящие в нее параметры могут быть вычислены только путем интерполяции измеренных данных. Следовательно, если ОГХ измерена в некотором определенном диапазоне значений капиллярного давления влаги, то формула (4) может адекватно предсказывать гидравлическую проводимость почвы именно для данного диапазона значений капиллярного давления влаги. Иными словами, степень обоснованности применения формулы (4) для предсказательной экстраполяции остается более чем проблематичной.

В научных исследованиях, выполненных автором под руководством проф. кафедры «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» В.В.Терлеева, получен результат, который позволяет решить проблему предсказательной экстраполяции функции гидравлической проводимости почвы с использованием измеренной ОГХ почвы. В этих исследованиях по аналогии с работой Косуги [11] для расчета по методу Муалема используется функция дифференциальной влагоемкости почвы, для которой предложено теоретическое обоснование в рамках представлений о капиллярности и геометрии порового

пространства почвы. Ниже представлены итоговые формулы, которые описывают отношение функции гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации почвенной влаги, а также аппроксимацию этого отношения в классе элементарных функций [12]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{k} = \left[\frac{(1/(4\sqrt{2}))\sqrt{\operatorname{erfc}((n\sqrt{\pi}/4)\ln(-\alpha(\psi - \psi_{ae})))(\operatorname{erfc}((n\sqrt{\pi}/4)\ln(-\alpha(\psi - \psi_{ae})) + 2/(n\sqrt{\pi}))^2)}{\psi < \psi_{ae}} \right. \\ \left. 1, \psi \geq \psi_{ae} \right. \\ \bar{k} \approx \left[\frac{1/\sqrt{1 + (-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n}}{(1 + \exp(8/(n\pi))(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n)^2} \right. \\ \left. 1, \psi \geq \psi_{ae} \right. \end{array} \right. \quad (5) \quad (6)$$

где $\alpha = r_{\max} \bar{r}_0 / \beta$; $\beta = 2\gamma \cos \varphi / (g\rho_w)$; $n = 4/(\sigma\sqrt{2\pi})$ - величина, обратно пропорциональная стандартному отклонению логарифмов эффективных радиусов пор σ ; r_{\max} - радиус наибольшей поры; r_{\min} - радиус наименьшей поры; \bar{r}_0 - эффективный радиус поры, при котором случайная величина $\ln \bar{r} = (r - r_{\min}) / (r_{\max} - r)$ достигает наиболее вероятного значения; γ - коэффициент поверхностного натяжения почвенной влаги на границе с воздухом; φ - краевой угол смачивания водой поверхности частиц почвы; g - ускорение свободного падения; ρ_w - плотность воды; ψ_{ae} - давление барботирования на изотерме иссушения изначально влагонасыщенной почвы [13-16].

Отсюда вытекают следующие выводы: во-первых, для функции гидравлической проводимости почвы предложено теоретическое обоснование; во-вторых усовершенствован метод Муалема-Ван Генухтена (при этом ОГХ с проблемным соотношением параметров $m = 1 - 1/n$ не используется, а применяется физически интерпретированная функция дифференциальной влагоемкости); в-третьих, для описания нормализованной функции гидравлической проводимости почвы используются достаточно точные аппроксимации в классе элементарных функций; в-четвертых, общие параметры почвенно-гидрофизических функций, описываемых соотношениями (5) и (6), оценены с использованием относительно доступных показателей физических свойств почвы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Информационное обеспечение расчета динамики почвенной влаги /Г.А. Бернштейн, Б.Г. Заславский, А.Л. Сариев, В.В. Терлеев // Почвенные условия и эффективность применения удобрений в Западной Сибири: Сб. науч. тр. /Отв. ред. Ермохин Ю.И. Омск: Омский СХИ. 1988. С.101-107.
2. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.468-472.
3. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
4. Терлеев В.В. Информационная поддержка модели влагопереноса в почве. Депонированная рукопись № RU94001479 15.12.1988. 11с.
5. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
6. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись № RU94001487 19.01.1994. 10с.

7. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
8. Крылова И.Ю., Терлеев В.В. Моделирование гидрологических характеристик почвы // В сборнике «XXXVII Неделя науки СПбГПУ»: Материалы международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, отв. ред. Н.Д. Беляев. 2008. С.277-279.
9. Van Genuchten, M.Th. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. 1980. Vol.44. pp.892-989.
10. Mualem Y. A new model for predicting hydraulic conductivity of unsaturated porous media // Water Resour. Res. 1976. Vol.12. pp.513-522.
11. Kosugi K. Three-parameter lognormal distribution model for soil water retention // Water Resour. Res. 1994. Vol.30. pp.891-901.
12. Терлеев В.В., Нарбут М.А., Топаж А.Г., Миршель В. Моделирование гидрофизических свойств почвы как капиллярно-пористого тела и усовершенствование метода Муалема-Ван Генухтена: теория // Агрофизика. 2014. №2(14). С.35-44.
13. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2012. № 4 (8). С. 1-8.
14. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2013. № 1 (9). С. 22-29.
15. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // В сборнике «XL Неделя науки СПбГПУ»: Материалы международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, отв. ред. Н.Д. Беляев. 2011. С.319-321.
16. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности почвы с учетом гистерезиса // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.497-501.

УДК [631.43+004.65]

А.С.Леонов, Д.А.Курицина
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

В связи с неуклонным ростом численности населения и неизбежным увеличением водопотребления в индустриальной промышленности и сельском хозяйстве применение передовых технологий для экономии водных ресурсов становится весьма актуальным. При выполнении почвенно-мелиоративных работ возникает острая необходимость в изучении свойств и характера почвенного покрова в районах предполагаемых осушительных и оросительных мелиораций, а также на территории уже действующих мелиоративных систем.

При планировании и отведении земельных массивов для того или иного вида мелиораций, прежде всего, необходимо дать оценку территорий с точки зрения их

пригодности и прогнозировать все положительные и отрицательные последствия, которые могут возникнуть при осуществлении мелиоративных работ [1, 2].

По характеру предъявляемых требований инженерные почвенно-мелиоративные изыскания имеют свою специфику и существенно отличаются от обычной почвенной съемки. Эти изыскания представляют собой комплекс сложных и трудоемких работ, требующих участия ряда специалистов различного профиля [3-6]. Спецификой данного вида исследований является, например, организация стационарных и полустационарных наблюдений за динамикой водно-воздушного и питательного режимов почв, а также за изменением их химического состава [7-9].

Целью проводимых исследований является разработка и апробация новых способов расчета гидрофизических свойств почвы, необходимых при проведении инженерных почвенно-мелиоративных изысканий. Предлагаемые методы основаны на использовании математической модели водоудерживающей способности почвы. Использование этих методов приведет к снижению трудоемкости натурных измерений, а также позволит существенно повысить адекватность оценки состояния земель, предназначенных как для мелиоративного земледелия, так и для водохозяйственной отрасли строительства в целом.

Гидрофизические свойства почвы - суть ряд особенностей, которые определяют взаимодействие ее твердой и жидкой фаз, а также - передвижение, аккумуляцию и поглощение почвенной влаги. Как известно, расчеты влагопереноса в почве осуществляются с применением капиллярного давления влаги ψ (см H_2O) [7] как зависимой переменной в уравнении Ричардса. Натурное измерение данной величины относится к весьма трудоемким аналитическим процедурам. Прогнозы динамики влагозапасов в почве, в свою очередь, определяются значениями величины объемной влажности почвы θ (см³·см⁻³). Зависимость $\theta(\psi)$ представляет собой модель водоудерживающей способности почвы [10] и называется основной гидрофизической характеристикой (ОГХ). Данной зависимости, как известно, свойственно явление гистерезиса.

На основе разработанной в СПбГПУ математической модели гистерезисной ОГХ почвы [11-13] сотрудниками Агрофизического института разработано демонстрационное приложение «HYSTERESIS», которое позволяет, например: рассчитывать главные и сканирующие ветви петли гистерезисной ОГХ почвы, имитировать различные сценарии иссушения и увлажнения почвы и т.д. [14].

Разработанная математическая модель гистерезисной ОГХ почвы теоретически обоснована в рамках представлений о капиллярности и логнормальном распределении эффективных радиусов почвенных пор. Для оценки параметров модели используются достаточно доступные косвенные данные о физических свойствах почвы. Программное обеспечение, разработанное на базе вышеуказанной модели, позволяет существенно снизить затраты на осуществление инженерных почвенно-мелиоративных изысканий и увеличить точность результатов. Важное прикладное значение проведенного исследования состоит в разработке методов математического моделирования, которые позволяют существенно понизить трудоемкость определения гидрофизических свойств почвы [15, 16].

Полученные результаты имеют особое значение для исследования переувлажненных земель Санкт-Петербурга и Ленинградской области: эти результаты обеспечивают информационную поддержку принимаемых решений по оптимизации проведения гидрофизических исследований в рамках инженерных почвенно-мелиоративных изысканий. Наличие в данных регионах сложных почвенно-гидрофизических условий приводит к необходимости использования передовых технологий при осуществлении предпроектных изысканий, при проведении эколого-экономической оценки земель, а также при выполнении расчета норм поливов. Использование разработанной модели водоудерживающей способности почвы позволит снизить непроизводительный расход поливной воды.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.468-472.
2. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
3. Информационное обеспечение расчета динамики почвенной влаги /Г.А. Бернштейн, Б.Г. Заславский, А.Л. Сариев, В.В. Терлеев // Почвенные условия и эффективность применения удобрений в Западной Сибири: Сб. науч. тр. /Отв. ред. Ермохин Ю.И. Омск: Омский СХИ. 1988. С. 101-107.
4. Терлеев В.В. Информационная поддержка модели влагопереноса в почве. Депонированная рукопись № RU94001479 15.12.1988. 11 с.
5. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись № RU94001487 19.01.1994. 10 с.
6. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
7. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
8. Крылова И.Ю., Терлеев В.В. Моделирование гидрологических характеристик почвы // В сборнике «XXXVII Неделя науки СПбГПУ»: Материалы международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, отв. ред. Н.Д. Беляев. 2008. С.277-279.
9. Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Терлеев В.В. Детерминированные модели поведения пестицидов в почве. Методология построения, структура, принципы использования: Науч. издание. СПб - Пушкин: ВИЗР РАСХН, 1999. 92с.
10. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2012. №4(8). С.1-8.
11. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // В сборнике «XL Неделя науки СПбГПУ»: Материалы международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, отв. ред. Н.Д. Беляев. 2011. С.319-321.
12. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2013. №1(9). С.22-29.
13. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности почвы с учетом гистерезиса // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.497-501.
14. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д. Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Материалы научной сессии по итогам 2012 года Агрофизического института. СПб.: АФИ, 2013. С.161-166.
15. Заславский Б.Г., Опарина И.В., Терлеев В.В. Диалоговая система формирования банка гидрофизических характеристик почв // Докл. ВАСХНИЛ. 1988. № 11. С.40-43.
16. Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С. Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод // Плодородие. 2011. №1. С.29-31.

ОБ ОЦЕНКЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ КОНСТАНТ

Почва аккумулирует влагу в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном. Растения поглощают питательные вещества из почвенного раствора, поэтому актуальность исследования движения потока воды в почвенном профиле вполне очевидна. В данном исследовании значительное место занимает изучение гидрофизических свойств почвы. Важнейшими из них являются: дифференциальная влагоемкость и водоудерживающая способность почвы.

В рамках представлений о капиллярных свойствах и логнормальном распределении эффективных радиусов почвенных пор предложено теоретическое обоснование функции дифференциальной влагоемкости почвы:

$$\mu = d\theta/d\psi = \begin{cases} -(n/4)(\theta_s - \theta_r)/(\psi - \psi_{ae}) \exp(-\pi(n/4)^2 \ln^2(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))), & \psi < \psi_{ae}; \\ 0, & \psi \geq \psi_{ae}, \end{cases} \quad (1)$$

где μ - дифференциальная влагоемкость почвы; θ - объемная влажность почвы; θ_s - объемная влажность полного насыщения почвы влагой; θ_r - минимальный удельный объем жидкой воды в почве; ψ - капиллярное давление почвенной влаги; α , n , ψ_{ae} - параметры [1, 2].

Первообразной функции дифференциальной влагоемкости почвы является функция водоудерживающей способности почвы, которую принято описывать в виде зависимости объемной влажности почвы от капиллярного давления влаги. Данная зависимость получила название основной гидрофизической характеристики почвы (ОГХ). Это - наиболее информативный показатель гидрофизических свойств почв, т.к. капиллярное давление влаги определяет ее поведение в почве: направление и скорость влагопереноса, интенсивность увлажнения или высыхания. Натурное измерение ОГХ представляет собой весьма трудоемкую аналитическую процедуру. Поэтому большое практическое значение имеют расчеты ОГХ на основе доступной и достоверной информации, например - с использованием почвенно-гидрологических (или агрогидрологических) констант [3].

Существует два основных подхода к моделированию ОГХ: первый основан на использовании зависимости, аппроксимирующей измеренные данные, второй - на выявлении физической сущности взаимодействия между жидкой и твердой фазами почвы (представления о капиллярных явлениях и распределении частиц почвы и пор по размерам).

В настоящее время, наиболее широко используется аппроксимация ОГХ, предложенная Ван Генухтеном [4]:

$$(\theta - \theta_r)/(\theta_s - \theta_r) = 1 / (1 + (-\alpha\psi)^n)^m, \quad (2)$$

где α , n - эмпирические параметры; $m = 1 - 1/n$.

Ван-Генухтен отмечает, что предложенная им аппроксимация ОГХ почвы отличается от моделей, предложенных предшественниками (например, Хаверкампом [5]) только наличием одного дополнительного параметра в виде соотношения $m = 1 - 1/n$. Введение этого дополнительного параметра следует рассматривать в качестве приема, предназначенного для упрощения интегрирования в расчетах влагопроводности почвы по методу Муалема [6].

В [7, 8] дано теоретическое обоснование функции дифференциальной влагоемкости почвы, которая описывается формулой (1), и построена ОГХ с физически интерпретированными параметрами, для которой предложена достаточно точная аппроксимация в классе элементарных функций; в [9] представлена автоматизированная система определения влагопроводности почвы. Важным преимуществом построенной в [7, 8] модели водоудерживающей способности почвы является возможность оценки ее параметров по доступным показателям, например по почвенно-гидрологическим константам [10, 11].

ОГХ описывает равновесную изотермическую зависимость объемной влажности почвы от капиллярного давления почвенной влаги. Кривая этой зависимости определяется структурой порового пространства, гранулометрическим составом и другими свойствами почвы [12]. На этой кривой выделяются несколько специфических точек, которые характеризуются почвенно-гидрологическими константами: полной влагоемкостью (ПВ), наименьшей влагоемкостью (НВ), влажностью завядания (ВЗ) и максимальной гигроскопической влажностью (МГ).

Один из наиболее эффективных методов косвенного оценивания параметров модели Хаверкампа, т.е. ОГХ (2) при $m=1$, основан на следующих предположениях: эффективные радиусы капиллярных почвенных пор распределены по логарифмически нормальному закону; производная функции ОГХ достигает максимума при потенциале влаги, соответствующем НВ. В соответствии с этим методом для вычисления параметра θ_r используется измеряемая по стандартной методике константа МГ. Данные по плотности сложения и плотности твердой фазы почвы используются для расчета ПВ как оценки параметра θ_s . Параметры α , n вычисляются по формулам:

$$\begin{cases} n = \lg \left(\frac{(\theta_s - \text{НВ})(\text{ВЗ} - \theta_r)}{(\text{НВ} - \theta_{\min})(\theta_s - \text{ВЗ})} \right) \lg^{-1} \left(\frac{-\psi_{\text{НВ}}}{-\psi_{\text{ВЗ}}} \right); \\ \alpha = ((\theta_s - \text{НВ})/(\text{НВ} - \theta_r))^{1/n} (-\psi_{\text{НВ}})^{-1}. \end{cases} \quad (3)$$

Почвенно-гидрологическим константам ВЗ и НВ соответствуют значения $\psi_{\text{ВЗ}} = -15000$ см вод.ст. и $\psi_{\text{НВ}} = -330$ см вод.ст. Константа ВЗ может быть определена прямым измерением, либо оценена через МГ, плотность сложения почвы и класс почвы по Качинскому. Константа НВ оценивается на основе теоретических представлений об особенностях функции дифференциальной влагоемкости почвы [10].

Применение описанного здесь метода вкупе с моделью (2) при $m=1$ позволяет определить указанные в нормативных документах [13] гидрофизические свойства почвы, которые необходимы для информационной поддержки расчета динамики почвенной влаги [14-16].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2012. №4(8). С.1-8.
2. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Использование логнормального распределения эффективных радиусов почвенных капилляров для моделирования водоудерживающей способности почвы // В сборнике «XL Неделя науки СПбГПУ»: Материалы международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, отв. ред. Н.Д. Беляев. 2011. С.319-321.
3. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись № RU94001487 19.01.1994. 10с.
4. Van Genuchten, M.Th. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. 1980. Vol.44. pp.892-989.

5. Haverkamp R., Vauclin M., Touma J., Wierenga P.J., Vachaud G. A comparison of numerical simulation model for one-dimensional infiltration // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1977. Vol.41. pp.285-294.
6. Mualem Y. A new model for predicting hydraulic conductivity of unsaturated porous media // *Water Resour. Res.* 1976. Vol.12. pp.513-522.
7. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // *Агрофизика*. 2013. №1(9). С.22-29.
8. Гурин П.Д., Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности почвы с учетом гистерезиса // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.497-501.
9. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // *Научно-технический бюллетень по агрономической физике*. 1988. Т.72. С.33-36.
10. Terleev V.V., Mirschel W., Schindler U., Wenkel K.-O. Estimation of soil water retention curve using some agrophysical characteristics and Voronin's empirical dependence // *Journal International Agrophysics*. 2010. Vol.24(4). P.381-387.
11. Крылова И.Ю., Терлеев В.В. Моделирование гидрологических характеристик почвы // В сборнике «XXXVII Неделя науки СПбГПУ»: Материалы международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, отв. ред. Н.Д. Беляев. 2008. С.277-279.
12. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
13. Отраслевые строительные нормы. Инженерные почвенно-мелиоративные и ботанико-культуртехнические изыскания. Разработаны Федеральным государственным унитарным предприятием "Специализированный научный центр "Госэкомелиовод" Минсельхоза России. 2003.
14. Информационное обеспечение расчета динамики почвенной влаги / Г.А. Бернштейн, Б.Г. Заславский, А.Л. Сариев, В.В. Терлеев // *Почвенные условия и эффективность применения удобрений в Западной Сибири: Сб. науч. тр. / Отв. ред. Ермохин Ю.И. Омск: Омский СХИ. 1988. С. 101-107.*
15. Терлеев В.В. Информационная поддержка модели влагопереноса в почве. Депонированная рукопись № RU94001479 15.12.1988. 11с.
16. Заславский Б.Г., Опарина И.В., Терлеев В.В. Диалоговая система формирования банка гидрофизических характеристик почв // *Докл. ВАСХНИЛ*. 1988. №11. С.40-43.

УДК 631.43

Ф.Г.Тарасевский, В.А.Дериземля, В.Л.Баденко
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ВНЕДРЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В работе представлен опыт разработки геоинформационного обеспечения систем информационной поддержки принятия решений в рамках применения технологий точного земледелия на полях Меньковской опытной станции (МОС) Агрофизического НИИ, расположенной в Гатчинском районе Ленинградской области.

Информационно-справочные задачи

Применение ГИС-технологий в точном земледелии начинается с формирования БД ГИС по сельскохозяйственным полям, в первую очередь, с уточнения границ полей и их положения в пространстве [1-3]. При этом в среде ГИС комбинируются технологии на основе дифференциальных GPS (DGPS) и данных дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения. В работе использовался планшетный персональный компьютер вместе с DGPS, который может монтироваться на автомобиле "Нива". На этом же автомобиле установлен механизм для отбора почвенных образцов, что позволяет точно позиционировать соответствующие точки [4].

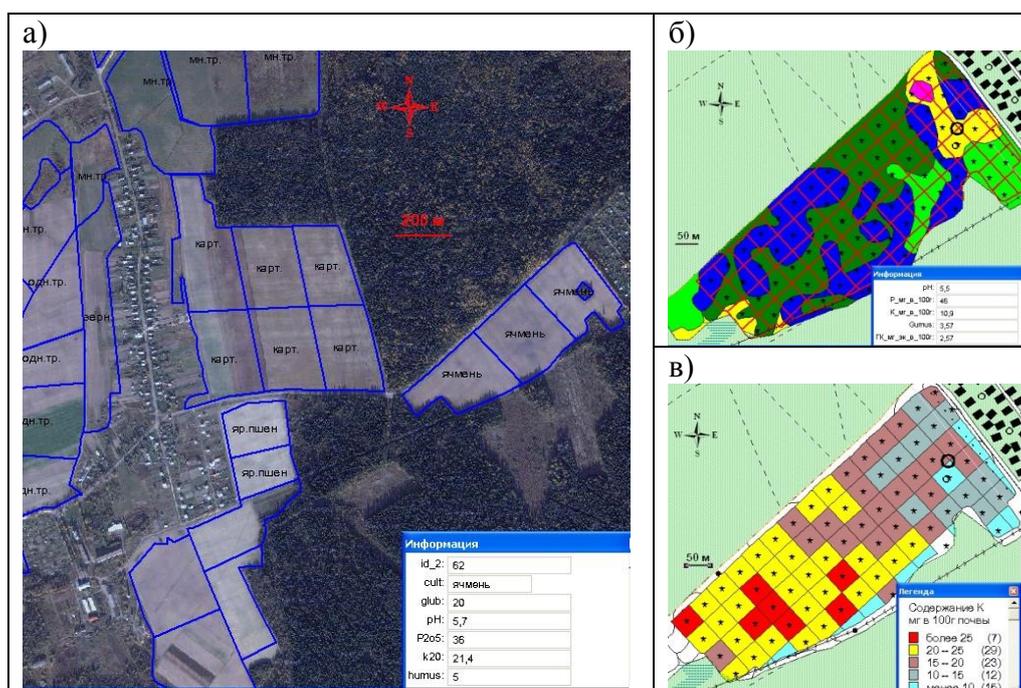


Рис. 1. Информационно-справочные задачи:

- а) фрагмент созданной БД ГИС;
- б) единицы управления на отдельном поле;
- в) тематическая карта, демонстрирующая пространственную вариабельность одного из параметров – содержания калия в почве

На рис. 1а представлен фрагмент БД ГИС, которая создана в среде MapInfo: показаны границы полей МОС совместно с космическим снимком, с каждым полем связаны атрибуты – результаты агрохимического обследования. В среде ГИС на полях выделялись территориальные единицы управления, размеры которых определяются, в том числе - возможностями роботизированных сельскохозяйственных агрегатов и экономическими соображениями, т.к. в пределе все участки поля должны обрабатываться по индивидуальной технологии. На рис. 1б показаны единицы управления для одного из полей (квадратной формы размером 50 м×50 м) вместе с почвенными разностями на поле видна пестрота почвенного покрова даже для такого небольшого поля. На рис. 1б и 1в звездочками отмечены точки отбора образцов с целью определения агрофизических и агрохимических параметров, влияющих на агроценоз. На рис. 1б в окне информации показана часть этих параметров одного элементарных участков, а на рис. 1в – тематическая карта по одному из параметров – содержанию калия. Элементарные участки были построены по каждому из параметров для демонстрации пространственной вариабельности параметров для лиц, принимающих решения по применению соответствующего агротехнического приема [5].

Методы пространственного анализа

Рассмотрим, например, важнейшую процедуру в технологии точного земледелия – анализ пространственной вариабельности урожая по сельскохозяйственному полю [6-8].

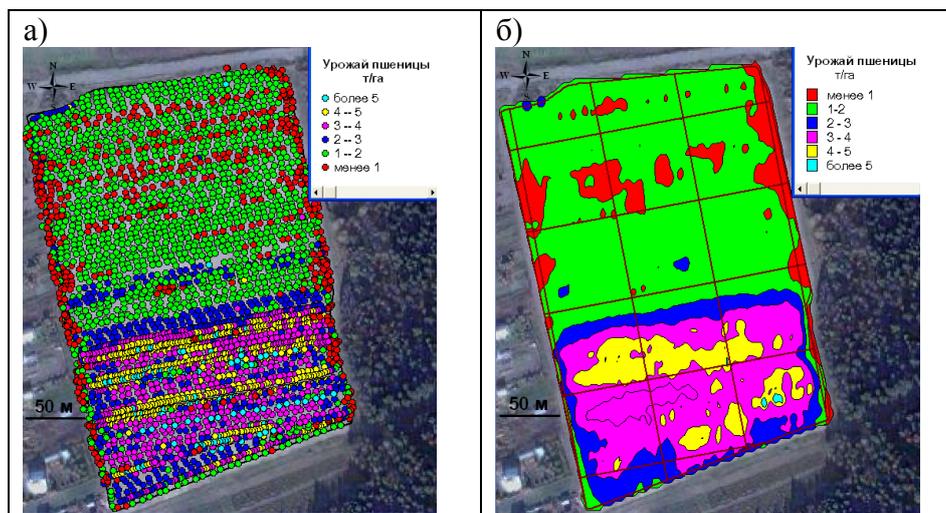


Рис. 2. Пространственный анализ:

- а) исходные данные по пространственной вариабельности урожая;
- б) результат выделения пространственных структур с одинаковой урожайностью

На рис. 2а показаны отображаемые в среде ГИС для визуального анализа агрономом результаты дифференцированной уборки урожая. Каждая точка отображает урожай с площадки 5 м×5 м – вариабельность урожая ясно выражена. А на рис. 2б показаны результаты геостатистического пространственного анализа в среде ГИС для выделения пространственных структур с одинаковым значением урожая. Здесь укажем, что разные алгоритмы будут давать разные результаты. Вместе с тем, данные алгоритмы допускают интеграцию с системой имитационного моделирования продукционного процесса Agrotool [9-13].

Выводы

Предлагаемый подход, базирующийся на новых информационных технологиях, в первую очередь ГИС, робототехнических устройствах, данных глобальной системы позиционирования, методах дистанционного зондирования, открывает перед земледелием новые возможности при выполнении сельскохозяйственных работ. При этом риск загрязнения агрохимикатами становится минимальным, и земледелие становится экологически безопасным. Реализация на практике этой концепции земледелия требует приобретения работниками новых навыков и изменения старых принципов управления в сельскохозяйственном производстве.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С. Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод // Плодородие. 2011. №1. С.29-31.
2. GIS Applications in Agriculture (F.J. Pierce and D. Clay editors). CRC Press, 224 pp.
3. Баденко В.Л., Осипов Г.К. Моделирование природно-аграрных систем // Научно-технические ведомости СПбГТУ. №4(14). 1998. С.32-35.
4. Баденко В.Л., Слинчук С.Г. Геоинформационные технологии для точного земледелия: опыт внедрения на Северо-Западе России // ArcReview. №2(29). 2004. С.5-6.

5. Якушев В.П., Полуэктов Р.А., Петрова М.В., Терлеев В.В., Петрушин А.Ф., Бакаленко Б.И. Имитационно-экспертная система поддержки агротехнологических решений (концепция) // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. №5. С.7-10.
6. Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and information technologies in crop management. National Research Council. Washington, DC, USA: National Academy Press. 1997
7. Badenko V., Kurtener D. Precision agriculture experimentation on the base of fuzzy models synthesised with GIS // Aspects of Applied Biology. Vol.61. 2000. pp.139-143.
8. Арефьев Н.В., Баденко В.Л. Геоинформационные системы в природообустройстве: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2008. 108с.
9. Poluektov R.A., Fintushal S.M., Oparina I.V., Shatskikh D.V., Terleev V.V., Zakharova E.T. AGROTOOL - a system for crop simulation // Archives of Agronomy and Soil Science. 2002. T.48. №6. С.609-635.
10. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного ун-та. 2006. 396с.
11. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
12. Баденко В.Л., Куртнер Д.А. Разработка интеллектуальных ГИС для поддержки принятия решений в точном земледелии: Труды международной научно-практической конференции "Агрофизика XXI века" 9-12 июля 2002 г. Санкт-Петербург. – С 268-274.
13. Badenko V., Terleev V., Topaj A. AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 635-637. pp. 1688-1691.

УДК 579.64

А.В.Абрамова
(Алтайский государственный университет)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ И ЕЕ ВКЛЮЧЕНИЕ В КОМПЛЕКСНУЮ МОДЕЛЬ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В МНОГОЛЕТНЕМ СЕВООБОРОТЕ

Ведущая роль в балансе питательных веществ и сохранении плодородия почвы принадлежит биологическим факторам, в том числе - фиксации атмосферного азота симбиотическими и свободноживущими диазотрофами. Наиболее значимым для практики сельского хозяйства процессом является азотфиксация, осуществляемая клубеньковыми бактериями в симбиозе с бобовыми растениями. Создание специфических севооборотов с участием бобовых культур за счет использования бобово-ризобиальных систем составляет основу «биологического земледелия» [1]. Поэтому включение алгоритмов симбиотической азотфиксации в математические модели продукционного процесса бобовых культур представляется совершенно необходимым.

Количество практических и теоретических исследований по определению влияния различных факторов на интенсивность симбиотической азотфиксации в природных и антропогенных экосистемах измеряется десятками тысяч. Однако необходимость описания соответствующих процессов в рамках комплексной динамической модели формирует ряд существенных ограничений на количество рассматриваемых процессов и на степень детальности их описания. Сохранение прозрачности и интерпретируемости результатов

моделирования вкупе с требованиями идентифицируемости и верифицируемости модельных алгоритмов данными натурных опытов предполагает максимальную структурную и функциональную простоту модели. В то же самое время, в ней должны быть отражены все важнейшие феномены и эффекты, имеющие определяющее значение на продуктивность и экологическое состояние агроландшафта.

Алгоритмы описания симбиотической азотфиксации включены в большинство наиболее известных и распространенных мировых систем моделирования продуктивности сельскохозяйственных культур (DSSAT, WOFOST, STICS, EPIC, APSIM). В некоторых из них используется упрощенный подход к описанию влияния азотного статуса на рост и развитие растений, основанный на нахождении динамического баланса «потребностей» (текущего количества азота, потребного для обеспечения потенциальных темпов роста) и «возможностей» (реально доступных для растения усвояемых азотных соединений). В рамках этого подхода считается, что часть «потребностей» удовлетворяется азотфиксацией, при этом никакого специального описания сущности соответствующего механизма в модели не приводится. Более продвинутый подход, принятый в большинстве «серьезных» моделей, состоит в вычислении на каждом шаге модели потенциальных темпов азотфиксации и определении ее текущего значения путем уменьшения этой максимально-возможной величины за счет различных эмпирических функций стресса (по влажности, температуре, кислотности и т.д.) [2]. Принципиальная разница между моделями при этом заключается в способе вычисления потенциальной азотфиксации. Некоторые разработчики для этого вводят в структуру модели динамическую переменную «клубеньки», в других моделях производство дополнительного азота определяется величиной биомассы корней.

В целом, большинство подобных алгоритмов носит эвристический характер и слабо связано с сущностью реальных биохимических процессов, составляющих механизм симбиотической азотфиксации. Число математических моделей фиксации атмосферного азота бобовыми растениями, носящих теоретически обоснованный характер, сравнительно невелико (модели Торнли, Чуприна, Хворовой) [3, 4]. Общей слабой чертой всех перечисленных подходов является то, что они позволяют с большей или меньшей степенью детальности описать роль азотфиксации в продукционном процессе самой бобовой культуры, но не содержат в себе никаких потенциальных механизмов учета ее последствий. Ясно, что адекватное описание этого аспекта с учетом всех влияющих процессов (доля клубеньков в растительных остатках культуры-предшественника, разложение клубенькового азота в межвегетационный период, его усвоение различными культурами и т.д.) является необходимым условием успешного использования модели в системах расчета севооборота [5].

Создание подобной оригинальной подмодели симбиотической азотфиксации, которая, с одной стороны, обеспечивала бы адекватное воспроизведение эффектов мгновенного и пролонгированного действия в многолетнем цикле смены культур, а с другой стороны, отличалась бы максимальной простотой и прозрачностью для ее максимально «бесшовного» встраивания в комплексную модель агроэкосистемы, составляет цель данного исследования.

В данный момент разработана упрощенная структура и функциональное содержание



Рис. 1. Упрощенная структура модели

аналитической модели симбиотической азотфиксации в рамках поточно-балансового подхода (рис. 1). В качестве программного обеспечения для реализации модели была выбрана специализированная среда имитационного моделирования AnyLogic с использованием методов системной динамики. Полученные результаты будут использованы для анализа чувствительности модели к вариациям параметров, ее качественной верификации и итеративной процедуры модификации структуры модели по результатам проведенных исследований (с использованием базовых принципов методологии абстрагирования моделей). Затем планируется реализация подмодели симбиотической азотфиксации бобовых культур в форме объектно-процедурных модулей комплексной модели продукционного процесса AGROTOOL [6-11], исследование, параметрическая идентификация и верификация подмодели симбиотической азотфиксации на базе набора данных натуральных экспериментов, взятых из открытых источников. Разработанная модель будет включена в качестве составного блока в компьютерную систему имитационного моделирования продукционного процесса растений в многолетнем севообороте.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований в рамках проекта № 14-31-50324.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Литвинцев П.А. Уровень азотфиксации и продуктивность сортов сои в зависимости от азотного питания // Д.Н. Прянишников и развитие агрохимии в Сибири: Материалы науч. конф. по агрохимии (г. Улан-Удэ, 2002 г.). Новосибирск, 2003.
2. Liu, Wu, John Baddeley, Christine Watson. Models of biological nitrogen fixation of legumes. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag (Germany), 2011, 31 (1), pp.155-172.
3. Чупринин В.Г. Модель фиксации молекулярного азота для оптимизации пищевого режима сои на орошении // Режимы орошения и способы полива сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе. Новочеркасск, 1983.
4. Хворова Л.А. Моделирование влияния азотного питания на продукционный процесс посева люцерны: дисс. ...канд. техн. наук СПб., 1992.
5. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: Изд-во С. Петерб. ун-та, 2006. 396 с.
6. Poluektov R.A., Fintushal S.M., Oparina I.V., Shatskikh D.V., Terleev V.V. and Zakharova E.T. Agrotool – a system for crop simulation // *Archives of Agronomy and Soil Science*, 1476-3567, Vol.48(6). 2002. pp.609-635.
7. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Моделирование продукционного процесса полевых культур в семипольном севообороте Меньковского стационара АФИ // Сб. трудов «Меньковский агроэкологический стационар». – СПб.: Всеросс. НИИ защиты растений, Агрофизический НИИ Россельхозакадемии. 2006. С.73-79.
8. Poluektov R.A., Terleev V.V. Crop simulation model of the second and the third productivity levels (Статья в сборнике трудов “Modelling water and nutrient dynamics in soil-crop systems”, англ. яз.). Springer, 2007. pp.75-89.
9. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Модель продукционного процесса полевых культур третьего уровня продуктивности // Сб. тр. «Продукционный процесс растений: теория и практика эффективного ресурсосберегающего управления» (Материалы конф. посвящен. памяти акад. Россельхозакадемии Е.И. Ермакова). СПб.: Изд-во АФИ, 2009. С.34-40.
10. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Компьютерная модель динамики содержания азота в корнеобитаемом слое почвы // *Агрохимия*. 2010. №10. С.68-74.
11. Badenko V., Terleev V., Topaj A. AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // *Applied Mechanics and Materials*. 2014. Vols. 635-637. pp. 1688-1691.

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СРЕДЫ ПОЛИВАРИАНТНОГО АНАЛИЗА
ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АГРОЭКОСИСТЕМ

Динамические модели продукционного процесса сельскохозяйственных растений активно внедряются в традиционную практику растениеводства. В рамках развития методологии устойчивого и точного земледелия возрастает их роль как интеллектуальной основы компьютерных систем информационной поддержки расчета динамики почвенной влаги [1-3], прогнозирования урожайности и принятия агротехнологических решений. Динамическая модель агроэкосистемы представляет собой алгоритм, позволяющий по исходным данным о внешних факторах (погода и агротехника) описать продукционный процесс сельскохозяйственных растений в течение всего сезона вегетации – от сева (посадки) до уборки, и интерпретировать полученные результаты в терминах содержательных показателей: запасов продуктивной влаги в почве, сроков наступления фаз, индикаторов роста и развития растений, а также - величины урожая [4]. Использование модельных расчетов (мониторинг поведения растения под воздействием тех или иных управляющих воздействий в компьютерном эксперименте) позволяет существенно упростить анализ множества альтернативных решений и выбор оптимальных агротехнологий по сравнению с традиционным подходом, основанном на многолетних полевых опытах [5-8]. Пожалуй, самой известной динамической моделью агроэкосистемы на территории бывшего СССР является модель AGROTOOL, разработанная в лаборатории математического моделирования агроэкосистем Агрофизического НИИ [9, 10].

Необходимо отметить, что типичный прецедент использования модели в любой системе поддержки решений чаще всего предполагает не единичный, а множественный расчет одной и той же модели с разными наборами входных параметров с целью анализа и сравнения получаемых результатов. Для автоматизации поливариантного расчета динамических моделей агроэкосистем предназначена компьютерная система APEX [11]. Она может быть использована в качестве имитационного полигона для анализа и прогнозирования последствий применения альтернативных вариантов агротехнических мероприятий при оперативном и стратегическом планировании в масштабе хозяйства. На данный момент в системе APEX разработан адаптер для работы с моделью продукционного процесса растений AGROTOOL, хотя универсальный характер оболочки позволяет в принципе подключить к ней любую внешнюю модель агроэкосистемы.

На данный момент в мире существуют различные универсальные оболочки имитационного моделирования в агроэкологии. Самые крупные из них это: GUICS, DSSAT, OpenMI, DLES. Основным отличием системы APEX от представленных продуктов является именно то, что она обладает механизмом поливариантного анализа, то есть возможностью планирования и проведения многофакторных вычислительных компьютерных экспериментов. Подключение к среде APEX внешней модели выполняется с помощью специального программного модуля, называемого *адаптером*.



Рис. 1. Схема многофакторного компьютерного эксперимента с моделью производственного процесса

Понятие адаптера в системе поливариантного расчета взято из такого класса программных продуктов, как шлюзы. Это программы, которые предназначены для интеграции информационных систем посредством обмена данными. Архитектура типичного шлюза основывается на том, что способы обработки данных при передаче их от одной системы к другой являются типовыми и реализуются в основной функциональности программы, а способы доступа к данным могут быть очень разными [12]. Например, одна система предоставляет данные посредством генерации xml-файла, другая – через Web-сервис, а третья требует использования специального API. Разделение алгоритмов обработки данных и способов доступа к ним осуществляется посредством специальных интерфейсов, предоставляющих методы чтения и записи данных. Каждая из систем, подлежащих интеграции, должна иметь модуль, реализующий эти интерфейсы для того, чтобы шлюз мог быть к ней подключен. Именно этот модуль называется адаптером.

На рис. 1 представлена программная архитектура многофакторного системы автоматизации компьютерного эксперимента с моделью производственного процесса, на которой, в частности, показано взаимодействие системы APEX с альтернативными моделями посредством специфических адаптеров.

На данный момент авторами разрабатывается и подключается к системе APEX адаптер для среды имитационного моделирования GUICS [13]. Конечной целью данной работы является расширение функциональности и востребованности среды APEX за счет увеличения списка поддерживаемых «внешних» моделей с возможностью их поливариантного анализа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Терлеев В.В. Информационная поддержка модели влагопереноса в почве. Депонированная рукопись № RU94001479 15.12.1988. 11 с.
2. Информационное обеспечение расчета динамики почвенной влаги /Г.А. Бернштейн, Б.Г. Заславский, А.Л. Сариев, В.В. Терлеев // Почвенные условия и эффективность применения

- удобрений в Западной Сибири: Сб. науч. тр. /Отв. ред. Ермохин Ю.И. – Омск: Омский СХИ. – 1988. С.101-107.
3. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
 4. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистемы. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 312с.
 5. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2006. 396с.
 6. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Моделирование продукционного процесса полевых культур в семипольном севообороте Меньковского стационара АФИ // Сб. трудов «Меньковский агроэкологический стационар». СПб.: Всеросс. НИИ защиты растений, Агрофизический НИИ Россельхозакадемии. 2006. С.73-79.
 7. Poluektov R.A., Terleev V.V. Crop simulation model of the second and the third productivity levels (Статья в сборнике трудов “Modelling water and nutrient dynamics in soil-crop systems”, англ. яз.). Springer, 2007. pp.75-89.
 8. Полуэктов Р.А., Терлеев В.В. Модель продукционного процесса полевых культур третьего уровня продуктивности // Сб. тр. «Продукционный процесс растений: теория и практика эффективного ресурсосберегающего управления» (Материалы конф. посвящен. памяти акад. Россельхозакадемии Е.И. Ермакова). СПб.: Изд-во АФИ, 2009. С.34-40.
 9. Poluektov R.A., Fintushal S.M., Oparina I.V., Shatskikh D.V., Terleev V.V. and Zakharova E.T. Agrotool – a system for crop simulation // Archives of Agronomy and Soil Science, 1476-3567, Vol.48(6). 2002. pp.609-635.
 10. Badenko V., Terleev V., Topaj A. AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // Applied Mechanics and Materials. 2014. V.635-637. P.1688-1691.
 11. Medvedev S., Topaj A. Crop simulation model registrator and polyvariant analysis // IFIP Advances in Information and Communication Technology. 2011. T.359 AICT. С. 295-301.
 12. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Питер, 2005. 366с.
 13. Асочк В., Pachepsky Y.A., Mironenko E.V., Whisler F.D., Reddy V.R., 1999. GUICS: A Generic User Interface for On-Farm Crop Simulations. Agronomy Journal, V.91, P.657-665.

УДК 631.43.

Р.С.Петровский
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет),

К.Г.Моисеев
(Агрофизический научно-исследовательский институт)

ФРАКТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ВЛАГИ В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Одной из задач математического моделирования гидрофизических процессов в капиллярно-пористой среде является задача определения гидравлической проводимости (влагопроводности) среды, в частности – почвы [1]. Специалисты по физике почв и механике грунтов стремились и стремятся применить математические методы для описания такой сложной и неоднородной среды как почва или грунт, особенно в ситуации недостатка экспериментальных данных [2-6]. Трудность заключается и в том, что в настоящий момент не существует строгой физической теории, которая количественно бы описывала

зависимость влагопроводности пористой среды (почвы, грунта) от объемного содержания влаги θ или от капиллярно-сорбционного потенциала влаги ψ . За десятилетия исследований этого вопроса создано много моделей аппроксимирующих экспериментальные данные. Наиболее известны модели Муалема, Ван-Генухтена, Мичурина, Глобуса. В обобщенной форме эти модели имеют вид: $K(\theta) = K_\phi \cdot F_\theta$; $K(\psi) = K_\phi \cdot F_\psi$ (здесь F_θ и F_ψ – функции сложной структуры). Структура функций F_θ и F_ψ зависит от гидравлической пористости, геометрии порового пространства и/или ψ ; K_ϕ – коэффициент фильтрации. F_θ и F_ψ для конкретной почвы или грунта без особых проблем могут быть рассчитаны или заданы априорно. Задача моделирования гидравлической проводимости капиллярно-пористой среды, таким образом, сводится к необходимому условию определения K_ϕ в данной среде. До настоящего времени это условие необходимости экспериментальных определений K_ϕ . Здесь предлагается педотрансферная функция в качестве модели для расчета K_ϕ . Построение модели осуществлено привлечением соображений размерности, фрактальных представлений о геометрии порового пространства дисперсных капиллярно-пористых сред [7], правил и методов теории подобия [8]. Теоретические предпосылки моделирования базируются на ряде постулатов. Постулат 1: величина K_ϕ определяется единственным физическим параметром – плотностью сложения дисперсной капиллярно-пористой среды (почвы, грунта). Постулат 2: движение воды в среде осуществляется под влиянием двух сил – силы тяжести (гидравлического напора) и силы трения. Из классической гидродинамики известно, что подобие класса движений жидкости, или тел в жидкости под влиянием этих сил определяется критерием Рейнольдса. Поскольку K_ϕ имеет размерность скорости [м/с] модифицируем критерий Рейнольдса: $K_\phi Z / \nu$ (здесь Z – координата [см, м], совпадающая с направлением действия силы тяжести, может быть выражена через величину напора; ν – кинетическая вязкость жидкости (воды) [м²/с]). Величина плотности сложения почв (грунтов) имеет размерность в системе СГС [г/см³]. Для построения зависимости безразмерного комплекса от параметра, имеющего физическую размерность последний должен быть приведен к безразмерному виду. Это можно достичь способом приведения, например, нормируя плотность сложения среды по величине ρ – плотности воды при 4⁰С. Получаем зависимость $K_\phi Z / \nu = f(\gamma/\rho)$. Решением общего вида является степенная зависимость:

$$K_\phi Z / \nu = A \cdot (\gamma/\rho)^n, \quad (1)$$

где A и n – параметры модели.

Необходимо определить численные значения A и n . Степень n оценивается как размерность $E+D$ (E – эвклидова размерность объема капиллярно-пористого тела равная 3; D – фрактальная размерность капиллярно-пористой среды). В работах [7, 9, 10] полагается, что природные пористые тела обладают свойствами фракталов, тогда осуществляется фрактальное соотношение между объемом твердой фазы и диаметрами агрегатов, ограничивающими спектр распределения их по размерам (соответственно d_{\max} и d_{\min}):

$$V_m = (d_{\max} / d_{\min})^{3-D}. \quad (2)$$

Логарифмируя соотношение (2), получаем $-D = \lg V_m / (\lg d_{\max} - \lg d_{\min}) - 3$, $n = -(3+D)$. Параметр A зависит от доли пор гидравлической проводимости пористой среды при данной ее плотности сложения. Согласно [11] доля пор гидравлической проводимости обуславливает коэффициент водоотдачи μ , величина A может быть определена как: $A = 1 - \mu$ и $\mu = (II - HB)/100$, а в численном выражении (в зависимости от величин пористости (II) и

наименьшей влагоемкости почв и грунтов (HB) составит величину порядка $\approx 0,6-0,7$. Итак, решение уравнения (1): $K_{\phi} = (v/10Z)(0,6 \div 0,7) \cdot (\gamma/\rho)^{-(3+D)}$ (здесь 10 - переводной коэффициент размерности для данной модели, $Z = 10$ см - обычная высота слоя пористой среды при фильтрационных исследованиях). Выведенная физическая и фрактальная модель должна иметь универсальный характер, так как построена из соображений подобия класса физических явлений - фильтрации влаги через капиллярно-пористую среду. Для почв и грунтов величина фрактальной размерности D изменяется в зависимости от гранулометрического состава почвы и уровня ее структурного состояния.

Апробация модели

Для супесчаных и легкосуглинистых подпахотных горизонтов почв землепользования п. Меньково Ленинградской области, установлено $A = 0,67$ $n = - 6,749$ при $d_{\max} = 0,5$ см, $d_{\min} = 0,1$ см, $Z = 10$ см, удельном весе частиц твердой фазы, равном $2,66$ г/см³. При данных параметрах рассчитаны величины K_{ϕ} и сопоставлены с экспериментально измеренными величинами K_{ϕ} для капиллярно-пористых тел. Измерения K_{ϕ} производили в трехкратной повторности. Полученные экспериментальные и рассчитанные по модели величины K_{ϕ} представлены в табл. 1.

Таблица 1. Рассчитанные и измеренные величины коэффициента фильтрации

K_{ϕ} , см/с		Статистики	
расчет по модели	эксперимент	Ошибка	Вероятность ошибки в расчете K_{ϕ}
0,01266	0,01076	0,00190	1
0,00503	0,00603	-0,00099	-
0,00399	0,00428	-0,00030	0,083851
0,00196	0,00216	-0,00020	0,155424
0,00108	0,00110	-0,00002	0,385161
0,00066	0,00053	0,00013	0,617339
0,00034	0,00032	0,00003	0,455854
0,00029	0,00030	-0,00001	0,401046
0,00024	0,00027	-0,00003	0,364687

Нормальность распределения ошибки моделирования проверена с помощью функции Z-тест (стандартная процедура в программе МО Excel), ошибка распределена нормально. Для проверки адекватности модели использован критерий Фишера – особенность в том, что в данном случае сравниваются распределения абсолютных и относительных ошибок модели. Критерий представляет собой отношение: $F = S_r^2/S_e^2$ (здесь S_r^2 - средний квадрат неадекватности модели, S_e^2 - средний квадрат чистой ошибки [12, 13]), или отношение дисперсий абсолютных и относительных ошибок модели нормированных по числу вариантов и числу всех испытаний с повторностями. В этом случае необходимо, чтобы рассчитанное значение F , было меньше табличного (критического) значения. Расчетное $F = 0,178$; критическое $F = 3,44$ (статистические таблицы [14]). Таким образом, показано, что модель адекватна.

Статистическая обработка результатов моделирования показала, что высока вероятность ошибочного расчета K_{ϕ} при малых значениях плотности сложения почв (табл. 1), то есть модель применима для расчета K_{ϕ} при плотности сложения капиллярно-

пористого тела не ниже $1,04 \text{ г/см}^3$. Для грунтов такие величины плотности наблюдаются крайне редко. Что касается почв, то построенная модель будет давать существенную ошибку расчета K_{ϕ} в некоторых органогенных почвах или «вспушенных» - рыхлых дневных горизонтах почв.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // НТБ по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
2. Заславский Б.Г., Опарина И.В., Терлеев В.В. Диалоговая система формирования банка гидрофизических характеристик почв // Докл. ВАСХНИЛ. 1988. №11. С.40-43.
3. Терлеев В.В. Информационная поддержка модели влагопереноса в почве. Депонированная рукопись № RU94001479 15.12.1988. 11с.
4. Информационное обеспечение расчета динамики почвенной влаги /Г.А. Бернштейн, Б.Г. Заславский, А.Л. Сариев, В.В. Терлеев // Почвенные условия и эффективность применения удобрений в Западной Сибири. Омск: Омский СХИ, 1988. С.101-107.
5. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись № RU94001487 19.01.1994. 10с.
6. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / АФИ РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
7. Friesen W.I., Mikula R.J. Fractal dimensions of coal particles //J. Colloid and Interface Sci. 1987. v.120. p.263-271.
8. Моисеев К.Г. Принципы построения численных критериев подобия физических процессов в почве // Математическое и программное обеспечение задач управления агроэкосистемами. Л.: АФИ, 1990. С.103-109.
9. Глобус А.М. Фрактальность некоторых физических свойств почв // Физические, химические и климатические факторы продуктивности полей. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. С.22-43.
10. Гончаров В.Д. Интерпретация распределения плотности в почвенном агрегате на основе кластерной модели // Физические, химические и климатические факторы продуктивности полей. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. С.52-59.
11. Зейдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: МГУ, 2003.
12. Пачепский Я.А. Математические модели процессов в мелиорируемых почвах. М.: Изд-во МГУ, 1992. 89с.
13. Моисеев К.Г. Определение удельной поверхности почв на основе величины гигроскопической влажности // Почвоведение. 2008. №7. С.845-849.
14. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994.

УДК 631.47: 631.43

Е.Г.Зинчук, К.Г.Моисеев, В.Д.Гончаров
(Агрофизический научно-исследовательский институт),

А.М.Павлов
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ

В 2013-14 гг. в Агрофизическом НИИ проведена работа по оценке изменений морфологических и физических свойств почв и самой структуры почвенного покрова в результате гидротехнических мелиораций. Оценена эффективность построенных в

хозяйстве дренажных агромелиоративных систем [1, 2]. Объект проведения работ - землепользование «Меньково» Гатчинского района Ленинградской области. Уровнем сравнения выступают материалы обследований, проведенных в 1976 г. Гидротехнические осушительные мелиорации данного землепользования проведены в 1982-84 гг. Исследованы изменения грансостава дневных и иллювиальных горизонтов почв разной степени увлажнения, а также проведено сравнение изменения грансостава по отдельным разрезам почв разной степени гидроморфизма. При проведении картографических работ придерживались алгоритма, изложенного в работах [3, 4]. Всего построено 4 мелиоративных системы - две открытого дренажа и две системы закрытого дренажа. В результате мелиоративных работ сведен лесной массив на юго-западе землепользования (д. Старое колено), осушены три болота переходного и низинного типа, построена развитая гидромелиоративная сеть водосборных и магистральных коллекторов. Осушены пойменные, пастбищные земли вдоль р. Суйда. Мелиорированные территории в настоящий момент включены в состав пахотных и сенокосных земель хозяйства.

В разрезах, наиболее характерных для изучаемой территории почвенных разностей, по генетическим горизонтам почв были отобраны образцы [5, 6]. В образцах из каждого генетического горизонта почв были определены физические и физико-химические свойства [7, 8]. Выбор свойств почв для лабораторного исследования обусловлен следующими показателями, позволяющими оценить эффективность работы дренажных систем: 1) эффективность устройства дренажа оценивается коэффициентом водоотдачи [9]: $\mu = 0,01 \cdot (ПВ - НВ) \Leftrightarrow 0,01 \cdot (n_r - НВ)$ (здесь n_r - пористость; ПВ, НВ – почвенно-гидрологические константы [10, 11] (полная и наименьшая полевые влагоемкости, соответственно); 2) по расходу воды в дренажной системе (объемный расход $q_{ПН}$ ($\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$)) определяется аддитивно как сумма расходов из шести зон: А, Б, В, Г, Д (А+Б, полевая сторона, В - дно полевой стороны, Г из дна между дрен, Д+Е – междреннее пространство): $q_{ПН} = q_{А+Б} + q_{Д+Е} + q_{В} + q_{Г}$. Во всех расчетах объемного расхода воды используется величина коэффициента фильтрации. Для примера приводим формулу расчета объемного расхода воды из толщи почв: $q_{А+Б} = (H + h_0)(K \cdot I_0)/2$ (здесь K - коэффициент фильтрации [$\text{м}/\text{сут.}$], I_0 – средний уклон кривой депрессии дренажной системы (обычно 2-3 см/1000 см); h_0 – расстояние от дна дренажа до верха дренажной трубы [м]; H – разность отметок уровня грунтовых вод и дна закладки дренажа). Данный формальный аппарат обусловил необходимость определения следующих показателей почв: коэффициента фильтрации (по ГОСТ 25584-90) почвенно-гидрологических констант, грансостава почв [12]. В состав опытного хозяйства входят 608 га земельных угодий, в том числе 350 га пашни. Площадь исследованного почвенного покрова составляет 460 га. Было заложено 52 разреза. Проведено районирование почв землепользования «Меньково» по степени их гидроморфизма по почвенным картам 1976 и 2014 гг.: выделено 5 групп почв. Изменение за рассматриваемый период процентных долей групп почв разной степени гидроморфизма почвенного покрова показано в таблице 1.

Таблица 1. Доля почв (%) разной степени увлажнения

Группа почв	1976 г.	2014 г.
Автоморфные почвы	20,0	28,0
Поверхностно-оглеенные почвы	5,0	4,0
Контактно-глееватые почвы	22,6	16,0
Глееватые почвы	34,	32,0
Глеевые (гидроморфные) почвы	18,0	20,0

На рис. 1 в форме кривых накопления (кумулят) представлены результаты сравнения грансостава почв разной степени гидроморфизма по годам исследований. Кумулятивные кривые (кривые накоплений) позволяют оценить коэффициент неоднородности горизонтов почв по грансоставу. Динамика коэффициента неоднородности (K_n) показана в таблице 2. Если $K_n > 5$, то слагающие почвенную толщу частицы не сортированы по размеру. Изменение формы кумулят (кумуляты, построенные по данным 2014 г., имеют ярко выраженную сигмоидальную форму, которая менее отчетливо выражена для кумулят, построенных по данным 1976 г.) и данные в таблице 2 показывают, что степень сортированности материала для всех групп почв и их горизонтов за рассматриваемый период выросла. Имеет место и перераспределение фракций грансостава почвы под влиянием потоков влаги. После мелиоративных мероприятий изменился грансостав почв – уменьшилось количество пылеватой фракции, и увеличилась доля песчаных фракций.

В результате проведения гидротехнических мелиоративных работ на осушенных торфяниках и нарушенных землях в настоящее время происходит первичное почвообразование. Сформировались и формируются антропогенно преобразованные почвы [13]. Широкое распространение после мелиорации получили турбированные почвы. Пестрота почвенного покрова после мелиоративных мероприятий увеличилась.

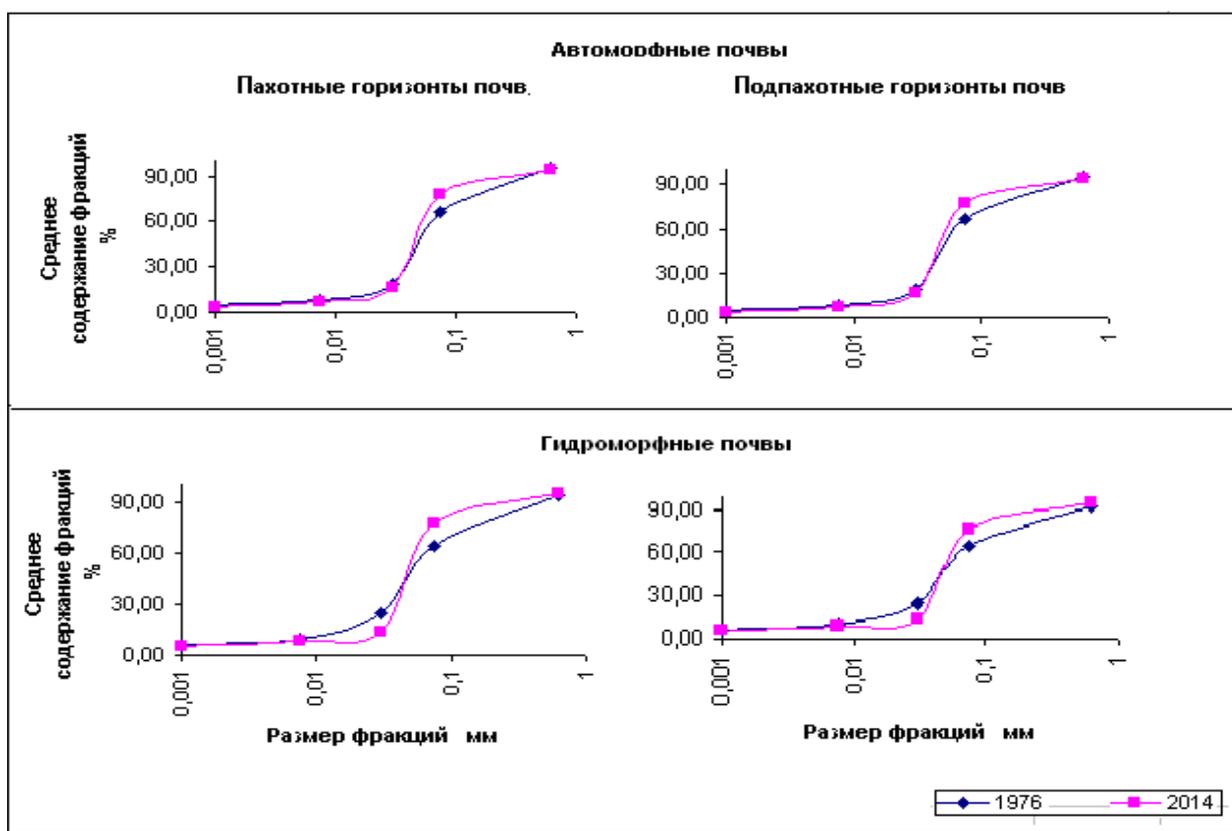


Рис. 1. Кумулятивные кривые грансостава почв по горизонтам

Системы закрытого дренажа функционируют удовлетворительно. Коэффициент водоотдачи, по нашим данным, составляет 0,2-0,3, что является средней величиной для супесчаных почв. Расход воды по грубой оценке в закрытой дренажной системе при среднем коэффициенте фильтрации $1,25 \text{ м} \cdot \text{сут.}^{-1}$ равен $0,0056 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$, то есть дренажная сеть в целом работает эффективно. Визуально отмечены неблагоприятные явления - формирование небольших от 10 м^2 блюдцеобразных вымочек на сельскохозяйственных полях, заиливание и

зарастание кустарником центральных коллекторов, разрушение части глиняных дрен сельскохозяйственной техникой. Но, в целом, системы закрытого дренажа землепользования Меньково функционируют нормально и эффективно.

Таблица 2. Коэффициент неоднородности (Кн) грансостава почв различного гидроморфизма

Объект	Горизонт	1976 г.	2014 г.
Группа автоморфных почв	Пах./Подпах.	3/6	3/2
Группа контактно-глееватых почв	Пах./Подпах.	6/6	6/6
Группа глееватых почв	Пах./Подпах.	8/8	2/2

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.468-472.
2. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем // Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
3. Сорокина Н.П. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2006. 160с.
4. Моисеев К.Г. Мониторинг агрофизических свойств пахотных почв Северо-запада России. Palmarium Academic Publishing, Saarbrucken. 2012. 84с.
5. Розанов Б.Г. Морфология почв М.: МГУ, «Академический Проект». 2004. С.432
6. Моисеев К.Г. Исследование агрофизических свойств почв Северо-запада Российской Федерации (методическое руководство). СПб.: АФИ, 2011. 48с.
7. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
8. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
9. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: МГУ, 2003.
10. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись № RU94001487 19.01.1994. 10с.
11. Крылова И.Ю., Терлеев В.В. Моделирование гидрологических характеристик почвы // В сборнике «XXXVII Неделя науки СПбГПУ»: Материалы международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, отв. ред. Н.Д. Беляев. 2008. С.277-279.
12. Растворова О.Г. Физика почв Л.: ЛГУ, 1983.
13. Балашов Е.В., Моисеев К.Г., Рижия Е.Я., Бойцова Л.В., Гончаров В.Д., Зинчук Е.Г., Бучкина Н.П. Комплексная система мониторинга агрофизического состояния почв на основе результатов почвенного картирования и исследования эмиссии парниковых газов // Агрофизика. 2013. №4(12) С.1-11.

РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ГИДРОСИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО
МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «ГАТЧИНА»

Музей-заповедник «Гатчина» является одним из старейших и наиболее известных в историческом и художественно-архитектурном планах пейзажно-парковым ансамблем Ленинградской области. Объект занимает скромную позицию по сравнению с другими ландшафтными парками Санкт-Петербурга, такими как: Петергоф, Пушкин и Павловск. Серьезные разрушения, полученные во время Великой Отечественной войны, в настоящее время полностью не ликвидированы, а антропогенное воздействие по сравнению с довоенными временами увеличилось многократно. Наряду с другими факторами запущенное состояние гидросистемы парка «отпугивает» туристов, которые могли бы обеспечить значительные финансовые поступления в бюджет музея-заповедника и в бюджет города Гатчины.

Основное значение в формировании пейзажей Дворцового парка имеют Серебряное и Белое озера, разделенные узкой грядой полуострова с протокой посередине. Совершенно точно известно, что именно Серебряное озеро является единственным естественным водоемом, из которого еще в 1760 г. вытекала река Теплая (Гатчинка). Между 1760 и 1790 гг. в истоке реки была построена плотина, в результате поднимавшаяся вода затопила долину, и свету явилось новое озеро, названное Белым.

В том виде, в каком она существует сейчас, гидросистема гатчинских парков сложилась к середине XIX века. Начинается она у поселка Малые Колпаны на высоте 88,6 метра над уровнем моря. В 1801 году из незамерзающего Колпанского озера прорыли канал, который является водоводом для водоснабжения искусственных водоемов Приоратского парка, в первую очередь, Филькиного и Черного озер. На планах начала XIX века общие очертания Белого и Серебряного озер схожи с настоящими, за исключением того, что имеется широкая протока из Черного озера в Белое с водосбросом. Стоит отметить, что Белое озеро периодически очищалось от наносов и ила; кроме того, по случаю ремонта подводных частей мостов, по крайней мере, дважды, полностью спускалась вода из озера, в этих случаях также производилась очистка ложа озера и ремонт регулирующих сооружений. В настоящее время она находится в запущенном состоянии, а проведенные восстановительные работы носят лишь временный характер.

Судя по материалам архивов, наиболее полное обследование состояния гидросистемы было произведено в 1991 г. арендным предприятием «Ленгидроводхоз». После тщательного изучения системы были установлены наиболее неблагополучные объекты. Значительно уменьшилась скорость течения в Колпанском водоводе и реке Колпанке, что привело к зарастанию русел, заболачиванию прибрежных территорий. Из-за осыпавшихся берегов водовод утратил свой исторический профиль. Современные дома подходят вплотную к воде, что является причиной возникновения загрязняющих стоков. В месте пересечения с теплотрассой устроена перемычка, которая перегораживает водовод почти до самого дна [1].

При визуальном осмотре берегов и водной поверхности системы озер можно увидеть многочисленные результаты антропогенного воздействия. Поверхность озера и берега покрыты большим количеством бытовых отходов. Высокая антропогенная нагрузка привела к изменению средней величины рН. По результатам исследования воды Белого озера в лаборатории средняя величина рН увеличилась: на июль 2002 года она достигла 8,14. Также

по данным исследований выявлено накопление легкоокисляемой органики (около 20 мг/л), значительное количество нитритов и увеличение концентрации аммония [2].

Визуальная оценка состояния растительности показала наличие в озерах «застойных зон». Для них характерны более высокие концентрации биогенных элементов и в связи с этим – более эвтрофный характер растительности. Наиболее развита погруженная растительность, среди которой встречаются ежеголовник, роголистник, рдесты, которые могут служить показателями высокого содержания биогенных элементов. В фитопланктоне отмечается большое количество эвгленовых водорослей, которые служат показателями органический загрязнений. Было установлено, что многочисленные «пятна цветения» вызваны массовым развитием зеленых водорослей, в частности видами рода *Spirogyra*.

По результатам проведенных исследований было установлено, что по органолептическому признаку вредности степень загрязнения воды чрезвычайно высокая, по санитарно-токсикологическому признаку – высокая в оз. Белом и Карпином пруду, а для остальных водоемов – умеренная. По санитарному режиму степень загрязнения изменяется от умеренной до чрезвычайно высокой, по бактериологическому – от допустимой до умеренной. С рыбохозяйственной точки зрения особую опасность представляют загрязнения гидросистемы такими веществами, как железо, цинк, марганец, хром, а для Карпиного пруда – нефтепродуктами. Степени превышения ПДК по этим веществам максимальные [3].

При визуальном осмотре видно, что площадь озера уменьшается в связи с осыпанием берегов. Деревянные конструкции (крепление берегов, устои мостов, обшивка шлюзов), оказавшиеся в зоне переменного уровня воды, разрушались и требуют ремонта или замены. Из-за оплыва берегов происходит нарушение проточности озера, что приводит к сильному зарастанию озера водорослями и другими водными растениями.

Известно, что в июле-августе на реке Ижоре образуется естественный подпор, вызванный зарастанием русла. Из-за этого происходит нарушение стока реки Теплой, что вызывает ее разлив и подтопление территории Зверинца, нарушая действие всей гидросистемы. Из вышеизложенного следует, что для улучшения работы гидросистемы гатчинских озер, в первую очередь, необходимо увеличить скорости течения на данной магистрали. Осуществить это возможно только при условии понижения уровней воды в реке Ижоре. Для чего необходимо в нижнем течении реки Теплой построить стационарную насосную станцию и шлюз-регулятор. Из условий нормального стока реки Теплой, формирующегося за счет общего родникового питания озер гидросистемы, нужно принять максимально допустимое количество забора воды, равным не более 25 тысяч кубометров воды в сутки [4, 5].

Для восстановления гидросистемы Гатчины, прежде всего, необходимо принять ряд мер. Во-первых, ограничить самовольный забор воды из гидросистемы. Во-вторых, – реконструировать или установить новые регулирующие гидротехнические сооружения, запроектировать сооружения для отвода нижних слоев воды в целях улучшения кислородного режима, создать условия для лучшей проточности и водообмена. В-третьих, нужно принять комплекс мероприятий по ликвидации сбросов в гидросистему промышленных и бытовых стоков, организовать берегоукрепление прудов и водотоков, реконструировать осушительные сети и разработать проект охранных мероприятий [6, 7]. Для борьбы с зелеными водорослями нужно использовать метод механический способ удаления. Удаленные водоросли следует увозить от водоема, т.к. нитчатки долгое время сохраняют жизнеспособность, находясь вне воды, и повторное попадание их в водоем может привести к новой вегетации. Из биологических методов борьбы следует упомянуть об искусственном вселении надводных макрофитов, которые будут являться дополнительными конкурентами за питательные вещества и, соответственно, сдерживать развитие большого количества водорослей [8].

В настоящее время трудно определить оптимальный период, на который необходимо ориентироваться при восстановлении гидросистемы. К концу XIX века гидросистема парков была приведена в образцовый порядок: были решены вопросы осушения, очистки водоемов, водоподачи и водосброса, усовершенствования технической стороны гидросооружений. Некоторые моменты при этом были просто проигнорированы (замена Большой плотины бетонным шлюзом, превращение Каскадного канала в пограничную канаву). Поэтому, в настоящее время правильнее говорить о максимальном приближении к воссозданию в полном объеме гидросистемы парков, задуманной Павлом I, с учетом технических достижений и усовершенствований, выполненных в середине – конце XIX века, и реалий сегодняшнего времени, если они принципиально не разрушают первоначальный замысел [9].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Заключение об инженерно-геологических условиях реставрации Гатчинского парка. Главное управление архитектуры и градостроительства Исполкома Ленсовета, Трест геодезических работ и инженерных изысканий (ГРИИ), Ленинград, 1988.
2. Мирошкина С.М. «Экология. Безопасность. Жизнь», выпуск 7. Гатчина, ПИЯФ РАН, 1998.
3. Исторический очерк развития гидросистемы. НПЦ «Ранд». Том 1, СПб, 1993.
4. Михалев М.А. Инженерная гидрология: Учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. 360с.
5. Михалев М.А. Инженерная гидрология. Определение расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных наблюдений: Учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. 52с.
6. Сабо Е.Д., Теодоронский В.С., Золотаревский А.А. Гидротехнические мелиорации объектов ландшафтного строительства: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.
7. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов: СПб.: Изд-во Гидрометеиздат, 1993. 278с.
8. Eugene P. Odum., Fundamentals of Ecology: Cengage Learning, 2004. 624p.
9. Павлов С.Я., Курицина Д.А. Разработка инженерно-технических мероприятий по оздоровлению экосистемы Белого озера (Государственный музей-заповедник «Гатчина») // XLII Неделя науки СПбГПУ: материалы научно-практической конференции с международным участием / Научно-образовательный центр «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе». – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. 197-199с.

УДК 532.5.072.12(075.8)

М.А.Михалев, Е.А.Петрова, С.О.Шилов
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

МЕСТНЫЙ РАЗМЫВ РУСЛА ЗА ВОДОСБРОСАМИ

Критериальное уравнение, связывающее относительную глубину воронки местного размыва z_p за водосливной плотиной с параметрами, ее определяющими, в [1] получено в таком виде:

$$z_p/h_2 = f(u_*/u_{*0}, Fr_1, n_3, l_k/h_2). \quad (1)$$

В нем $Fr_1 = u_1^2/g h_1$ – число Фруда в сжатом сечении потока в месте сопряжения поверхностей водосливной грани и водобоя, где u_1 и h_1 – скорость течения и глубина воды в этом сечении; $n_3 = h_2/h''$ – коэффициент затопления гидравлического прыжка, где h_2 – глубина воды в нижнем бьефе в пределах рисбермы, h'' – вторая сопряженная глубина гидравлического прыжка (в качестве первой сопряженной глубины принимается глубина

потока в сжатом сечении: $h' = h_1$), g – ускорение силы тяжести, l_k – протяженность крепления русла с помощью бетонных плит, равна сумме длин водобоя и рисбермы. Рисберма заканчивается концевым креплением, либо в виде шпунтовой стенки, либо призмы из крупного камня, защищающие концевую часть рисбермы от подмыва потоком, обладающем достаточно высоким уровнем турбулентности. Глубина забивки шпунта должна быть равной или большей глубины воронки размыва z_p .

Существуют две основные причины образования местного размыва русла за водосбросными сооружениями. Первая – стеснение естественного руса реки сооружениями, входящими в состав гидроузла: в русле, помимо водосливной, может находиться глухая плотина, здание ГЭС и т.п. По этой причине удельные расходы воды в нижнем бьефе за водосливной плотинной могут превышать удельные расходы воды в естественном состоянии реки в створе гидроузла. Вторая причина – высокий уровень турбулентности сбрасываемого через водослив потока, источником которой является гидравлический прыжок. Уровень турбулентности постепенно уменьшается вниз по течению, достигая на большом удалении от створа гидроузла уровня, характерного для речного потока в естественном состоянии.

Таким образом, ниже по течению за водосбросом стесненный поток постепенно расширяется, уровень его турбулентности уменьшается, следовательно, уменьшается глубина воронки местного размыва. Наоборот, чем ближе к источнику турбулентности (чем короче длина крепления), тем больше глубина воронки местного размыва. Следовательно, выбор оптимальной длины крепления можно сделать в рамках задачи поиска экономически обоснованного решения.

Действительно: чем короче крепление (меньше его стоимость), тем больше глубина воронки размыва, тем глубже придется забивать шпунт (стоимость шпунтовой стенки увеличивается). И наоборот: чем длиннее крепление (стоимость его велика), тем меньше глубина воронки размыва, меньше глубина погружения шпунта (стоимость его мала). Следовательно, есть оптимальная длина крепления, при которой стоимость крепления и шпунтовой стенки будет минимальной. Задача будет решена, если найти метод определения глубины воронки местного размыва.

В связи с тем, что размыв грунта происходит при скорости потока большей неразмывающей, явление размыва грунта должно зависеть от отношения средней скорости в пределах крепления русла u_2 и соответствующей неразмывающей u_0 в том месте, где поток покидает крепление и переходит в естественное русло реки. Отношение u_2/u_0 называется коэффициентом подвижности наносов, находящихся в речном ложе [2].

Можно перейти от средней скорости u_2 к динамической u_* , используя одну из формул равномерного движения: $u_* = u_2 \sqrt{\lambda/2}$. В качестве характерного коэффициента гидравлического трения λ следует принимать его величину в конце рисбермы, которую определяет критериальное уравнение: $\lambda = f(\text{Re}, \Delta/h_2)$, где $\text{Re} = h_2 u_2 / \nu = q/\nu$ – критерий Рейнольдса, Δ/h_2 – относительная шероховатость бетонной поверхности, Δ – абсолютная высота выступов шероховатости этой поверхности, q – удельный расход воды в пределах крепления русла, ν – коэффициент кинематической вязкости воды. Эти параметры не изменяются в процессе размыва русла, поэтому отношение средних скоростей течения можно заменить отношением соответствующих динамических скоростей: $u_2/u_0 = u_*/u_{*0}$.

Если моделирование осуществляется со строгим соблюдением равенства коэффициентов гидравлического трения и чисел Фруда на модели и в натуре («по Фруд»), то подобие потоков в пределах крепления русла будет обеспечено. Остается обсудить условия, при которых будет обеспечено равенство на модели и в натуре параметра

подвижности наносов, который под знаком функции стоит в критериальном уравнении (1) первым. Если такое равенство будет достигнуто, то относительные размеры глубин воронок местного размыва в натуре и на модели будут одинаковыми (воронка размыва на модели будет подобна воронке в натуре).

Запишем условие равенства параметра обратного подвижности наносов в условиях натуре и модели:

$$(u_{*0}/u_*)_н = (u_{*0}/u_*)_м \quad (2)$$

В соответствии с [3-5] динамическая скорость потока, соответствующая началу трогания частиц несвязного материала, может быть найдена из критериального уравнения:

$$Re_{*0} = u_{*0}d/\nu = a Ar^n, \quad (3)$$

где $Ar = gd^3\rho'/\nu^2$ – критерий Архимеда; в нем d – средний размер частиц грунта, $\rho' = (\rho_1/\rho) - 1$, ρ_1 и ρ – плотность вещества частиц и воды, соответственно; параметры a и n зависят от области сопротивления. Кроме того, запишем число Рейнольдса $Re_* = u_*d/\nu$, в которое входит динамическая скорость потока u_* . С учетом этих замечаний имеем из (2):

$$u_{*0}/u_* = Re_{*0}/Re_* = a Ar^n / Re_* \quad (4)$$

Учитывая зависимость (4), запишем равенство (2) в таком виде:

$$(a Ar^n / Re_*)_н = (a Ar^n / Re_*)_м \quad (5)$$

Разделив левую часть (5) на правую, получим индикатор подобия [6]

$$\left[\frac{a_n}{a_m} (Ar)_м^{n-n_n} \frac{k_g k_d^{3n_n-1} k_\rho^{n_n}}{k_\nu^{2n_n-1} k_{u_*}} \right] = 1 \quad (6)$$

В нем индексы «н» и «м» соответственно относят постоянные и показатели к натуре и модели; кроме того, содержатся масштабные коэффициенты: динамической скорости потока – $k_{u_*} = u_{*н}/u_{*м}$, размеров частиц – $k_d = d_н/d_м$, относительной плотности вещества частиц – $k_\rho = (\rho_1/\rho - 1)_н / (\rho_1/\rho - 1)_м$, ускорения силы тяжести $k_g = g_н/g_м$, кинематической вязкости жидкости $k_\nu = \nu_н/\nu_м$.

В таком виде индикатор подобия (6) позволяет установить связь между масштабными коэффициентами, которые в нем содержатся, например, связь масштабных коэффициентов размеров частиц и глубины воронки размыва с линейным масштабным коэффициентом k_l . В частности, если использовать на модели крупнозернистый песок с размером частиц, превышающих 1 мм, относящихся к области квадратичного сопротивления, то и размеры частиц, и размеры воронки размыва будут пересчитываться в натуре в соответствии с линейным масштабным коэффициентом. Но этот результат соответствует предгорным и горным рекам.

Трудности возникают при необходимости физического моделирования местного размыва за сооружениями, расположенными на равнинных реках, русло которых сложено мелкозернистыми песками. В этом случае получается, что на модели размеры частиц будут относиться к связным грунтам, поэтому моделирование становится невозможным. На практике в этом случае прибегают к масштабной серии экспериментов, либо к поискам подходящих заменителей песчаного материала. Между тем обнаружено, что в настоящее время существуют сыпучие зернистые мелкодисперсные материалы (главным образом искусственного происхождения), в которых силы сцепления отсутствуют [7]. Это открывает возможности использования в опытах подобного рода материалов для моделирования местных размывов русла, сложенного мелкозернистыми песками.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Михалев М.А. О моделировании местного размыва русла за водосбросными плотинами // Инженерно-строительный журнал, 2013. №2. С.67-75.
2. Гришанин К.В. Динамика русловых потоков. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 428с.
3. Михалев М.А. Моделирование условий начала трогания частиц несвязного зернистого материала // Журнал Университета водных коммуникаций, 2009. Выпуск 1. С.43-50.
4. Кнороз В.С. Неразмывающая скорость потока и факторы, ее определяющие // Изв. ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1958. Т.59. С.19-38.
5. Леви И.И. Моделирование гидравлических явлений. Л.: Энергия, 1967. 235с.
6. Михалев М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 374с.
7. Михалев М.А., Петрова Е.А., Шилов С.О. Неразмывающая скорость потока для мелкозернистых сыпучих грунтов // Материалы международной научно-методической конференции 5-7 июня 2014 года. Т.3. С.109-112.

УДК 697.113

Ф.Г.Тарасевский, В.А.Дериземля, Ю.А.Ибраева, Д.В.Немова
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Введение

Тарифы на тепловую энергию в России возрастают с каждым годом, это приводит к увеличению затрат на эксплуатацию зданий. Повышение энергоэффективности зданий приобретает все большую актуальность. В условиях экономического кризиса энергосбережение является одной из основных задач, поскольку позволяет относительно простыми методами значительно снизить потребление энергоресурсов, и, следовательно, уменьшить расходы [1]. В работе приведены методы повышения энергоэффективности жилого здания, на основе данных, полученных путем энергоаудита и анализа фактических данных расхода и потребления тепла. Целью данной работы является выявление методов повышения энергоэффективности жилого здания и выбор наиболее эффективного.

Разработка энергосберегающих мероприятий

Объект исследования – девятиэтажное, многоквартирное, отдельно стоящее жилое здание. Для оценки энергоэффективности жилого здания был проведен энергоаудит, включающий в себя съемку фасадов, теплосчетчика, расположенного в подвале здания и съемку непосредственно внутри жилых помещений обследуемого жилого здания. В итоге энергоаудирования и анализа полученной информации, предложены способы повышения энергоэффективности рассматриваемого жилого здания. После проведения мероприятий по повышению энергоэффективности жилого здания, его энергоэффективность будет увеличена приблизительно на 110%, а вместе с этим, финансовые затраты по обеспечению жилого дома тепловыми ресурсами станут гораздо меньше. Все расчеты теплосберегающих мероприятий были проведены по методу приведенных затрат [2-7].

Предложены следующие мероприятия по повышению энергоэффективности:

- 1) Замена чугунных секций на алюминиевые.

Экономия тепла при внедрении данного мероприятия может достигать 40% (согласно данным производителя). Исходя из технического состояния здания, срока эксплуатации и процента износа, принимаем снижение потерь тепла 30%. Затраты на это мероприятие составят: 1356 секций (общее количество секций всех радиаторов)×350 руб. (стоимость 1

секции) = 474600 руб.; годовая экономия, составит приблизительно 259899 руб. в год; срок окупаемости данного мероприятия составит (без учета роста цен на энергоресурсы) $474600 \text{ руб. (затраты)} / 259899 \text{ руб. в год (экономия)} = 1,8 \text{ года}$.

2) Замена существующих окон в деревянных рамах на наиболее перспективную технологию производства окон из стеклокомпозита. Экономия тепла при внедрении данного мероприятия может составить до 40% (согласно данным производителя). Исходя из технического состояния здания, срока эксплуатации, процента износа и того, что металлопластиковых окон в здании еще нет, принимаем максимальное снижение потерь тепла 40%; $1,20 \times 1,50 = 1,8 \text{ м}^2$ (площадь одного двухсекционного окна); $2 \times 1,50 = 3 \text{ м}^2$ (площадь одного трехсекционного окна); $191,4 \text{ м}^2$ (площадь всех окон в деревянных переплетах в м^2) $\times 8768 \text{ руб. (стоимость } 1 \text{ м}^2 \text{ металлопластикового окна «под ключ»)} = 1\,678\,195 \text{ руб.}$; годовая экономия, составит приблизительно 346 528 руб. в год; срок окупаемости данного мероприятия составит (без учета роста цен на энергоресурсы) $1\,678\,195 \text{ руб. (затраты)} / 346\,528 \text{ руб. в год (экономия)} = 4,8 \text{ лет}$.

3) Установка теплоотражающих экранов, изолирующих участки стен, расположенные за отопительными приборами. В качестве таких экранов используются материалы с низким коэффициентом теплопроводности (около $0,05 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$), например, пенофол – вспененная основа с односторонним фольгированием. Экономия тепла при внедрении данного мероприятия может составить до 15%. Затраты на это мероприятие составят: $1,2 \text{ м}^2$ (площадь теплоотражающего экрана за 1 радиатором) $\times 161$ (количество радиаторов) = $193,2 \text{ м}^2$ (площадь теплоотражающих экранов за всеми радиаторами); $193,2 \text{ м}^2$ (площадь теплоотражающих экранов за всеми радиаторами) $\times 65 \text{ руб. (стоимость } 1 \text{ м}^2 \text{ теплоотражающего экрана)} = 12\,558 \text{ руб.}$; годовая экономия составит приблизительно 129949,71 руб. в год; срок окупаемости данного мероприятия составит (без учета роста цен на энергоресурсы) $12\,558 \text{ руб. (затраты)} / 129\,949,71 \text{ руб. в год (экономия)} = 1 \text{ год}$.

4) Утепление окон. Через щель между оконной коробкой и рамами выходит тепло из здания, а в комнату попадает холодный воздух. Поэтому окна необходимо утеплять. Сделать это можно, либо заполнив щель в пазе уплотнительной полоской из воздухонепроницаемого податливого материала с выпуском на внешнюю сторону рамы, либо прикрепив уплотняющий профиль, который надежно защитит окно от сквозняков. Экономия тепла при внедрении данного мероприятия может составить до 12%. Затраты на это мероприятие составят $(1,20 + 1,50) \times 2 = 3,4 \text{ п.м. (периметр одного двухсекционного окна)}$; $261,8 \text{ п.м. (периметр всех окон в деревянных переплетах в кв. м)} \times 20 \text{ руб. (стоимость } 1 \text{ п.м. самоклеющегося пористого утеплителя)} = 5\,236 \text{ руб.}$; годовая экономия тепловой энергии, составит приблизительно 103965,18 руб. в год; срок окупаемости данного мероприятия составит (без учета роста цен на энергоресурсы) $5\,236 \text{ руб. (затраты)} / 103\,965,18 \text{ руб. в год (экономия)} = 0,05 \text{ года}$.

5) Установка балансировочных клапанов – это позволяет зданию прогреваться равномерно, исключает возможность перегрева или недогрева. Экономия тепла при внедрении данного мероприятия может составить до 15%; $18000 \times 4 = 72000$ (денежные затраты на установку 4-х балансировочных клапанов); годовая экономия, составит приблизительно 129949,71 руб. в год; срок окупаемости данного мероприятия составит (без учета роста цен на энергоресурсы) $72000 \text{ руб. (затраты)} / 129\,949,71 \text{ руб. в год (экономия)} = 0,6 \text{ года}$.

Заключение

Повышение теплосбережения в жилом доме будет иметь большое экономическое значение, поскольку после проведения мероприятий по сохранению тепла затраты на тепловую энергию будут намного меньше, а, следовательно, и финансовые затраты тоже станут намного меньше. Самым эффективным способом повышения энергоэффективности, а

вместе с этим и экономии денежных средств является замена деревянных оконных рам на окна из стеклокомпозита.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения МДК 4-05.2004.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003). [Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 июня 2012 г. № 265 и введен в действие с 1 июля 2013 г.]
3. Фадеева Г.Д. Строительство малоэтажного жилья: зарубежный опыт // Молодой ученый. 2013. №5. С.111-113.
4. Шеина С.Г., Федяева П.В., Эффективность выполнения энергосберегающих мероприятий в жилых зданиях повышенной этажности // Инженерный вестник Дона. 2012. №3. Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/970> (доступ свободный).
5. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. М.: НИИ СФ, 2008. 496с.
6. Ключников А.Д. Предпосылки радикального повышения эффективности работ в области энергосбережения // Промышленная энергетика. 2001. №4. С.12-17.
7. Ковальчук А.В. Состояние муниципальной системы теплоснабжения и способы его улучшения. - Ростов-на-Дону, 2006.

УДК 712.256

О.В.Волчкова, Ю.В.Волкова
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДЕТСКИХ ПЛОЩАДОК, С УЧЕТОМ ИХ ЭКОЛОГИЧНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ

Цель данной работы – изучить требования к строительным материалам и растениям для создания детской площадки из экологичных строительных материалов, сделать обзор состояния детских площадок в целом на примере города Всеволожска, Ленинградской области. Город Всеволожск, основанный в 1892 году князем Павлом Александровичем Всеволожским, расположен в центральной части Всеволожского района Ленинградской области в 7 км от Санкт-Петербурга. Площадь его составляет 6226,4 га. Население города Всеволожска на 2014 год составляет 64368 человек [1]. На данный момент в городе Всеволожске находится примерно 50 детских площадок. Площадки разнообразны, отличаются размером, типом покрытия, материалами, из которых они изготовлены, расположением.

Строительство и эксплуатация игровых площадок должна проводиться в соответствии с ГОСТами [2, 3] и СанПиНами [4], в которых содержатся нормативы по безопасности и методы испытаний оборудования и покрытий детских площадок. Так, в стандартах прописаны требования к применяемым материалам, к прочности и другим техническим показателям конструкций, к обеспечению безопасности (рук, ног и пр.) при перемещениях ребенка. Там же содержится описание того, какими должны быть игровые зоны, элементы доступа (лестницы, стремянки), канаты и цепи, а также фундамент. Согласно ГОСТу [5] визуальный осмотр площадок должен производиться регулярно (периодичность устанавливает эксплуатант), а если оборудование используется интенсивно или подлежит

актам вандализма, то осмотр должен быть ежедневным. На игровых площадках по регламенту должны быть установлены информационные щиты, в которых можно найти правила эксплуатации при пользовании площадкой, номера телефонов служб спасения и скорой помощи, номера телефонов, по которым можно сообщить о неисправности того или иного оборудования. Здесь же должно быть специальное ограждение, препятствующее попаданию детей на дороги. На игровых площадках не должно быть: незакрепленных качелей, повреждений перил горок, острых углов, бетонных бордюров. Ступеньки должны быть прорезиненными [2]. Важно также помнить, чтобы детская площадка была безопасна для жизни и здоровья детей, находящихся на ней, она должна быть изготовлена из качественных и экологичных материалов [6]. К полностью экологичным (биопозитивным) можно отнести строительные материалы, изготовленные из возобновляемых природных ресурсов, оказывающие позитивное влияние на здоровье человека или нейтральные по отношению к нему, не загрязняющие природную среду при их изготовлении, требующие минимальных затрат энергии в процессе изготовления, полностью рециклируемые или разлагающиеся после выполнения функций подобно материалам живой природы. Всем этим требованиям отвечают немногие естественные материалы: дерево, бамбук, солома, торф и некоторые другие растительные материалы, шерсть, войлок, кожа, пробка, коралловый песок и камни, натуральный шелк и хлопок, натуральная олифа, натуральный каучук, натуральные клеи.

К условно экологичным материалам можно отнести строительные материалы, полученные из широко представленных в земной коре полезных ископаемых или полностью вторично используемые и не оказывающие негативного влияния на внутреннюю среду и здоровье людей. К ним относятся: керамические изделия (кирпич, черепица, плитка), бетон, стекло, алюминий, с некоторыми ограничениями – сталь (запасы железной руды ограничены) [7].

К неэкологичным строительным материалам относятся некоторые пластмассовые изделия, синтетические лаки, краски, гидроизолирующие материалы, выделяющие опасные загрязняющие летучие вещества – фенолформальдегид, толуол, оксид и диоксид углерода, сернистый и серный ангидрид, сероводород, оксид азота, аммиак, пыль, волокна, ртуть, меркаптан, хлор, фтор, синильную кислоту и др. [8]. Выбирая материалы для строительства детской площадки, необходимо помнить: отдавая предпочтение экологически чистым материалам, мы одновременно заботимся о своем здоровье и о здоровье наших потомков. К предприятиям, занимающимся производством строительных материалов, предъявляются суровые требования по соблюдению экологической безопасности. Наиболее подходящие материалы для площадки – это дерево, бамбук, пробка, кирпич, черепица, плитка, бетон. Также в настоящее время производится множество видов детских площадок из высококачественной пластмассы. Что касается растений для детской площадки, то к их выбору нужно подойти не менее серьезно, чем к выбору строительных материалов. Главная забота при оформлении детской площадки – это, конечно же, безопасность детей, потому из перечня растений, которые могут быть там высажены, следует исключить те, которые несут потенциальную угрозу детскому здоровью. На детских площадках и вблизи них не следует высаживать: а) деревья с хрупкой древесиной (падение сломанных веток повышает опасность детского травматизма); б) колючие растения: нежелательна посадка роз, ежевики, акаций; в) растения, листвой которых можно порезаться; г) виды, способные вызвать аллергическую реакцию в период цветения.

Не рекомендуется высаживать на детской площадке также плодоносящие растения – невымытые и незрелые плоды и ягоды для детей куда привлекательнее, чем те, что готовы к употреблению в пищу. В оформлении детской площадки непременно должны присутствовать деревья, создающие тень, поскольку игры на солнцепёке, скорее всего, негативно отразятся

на детском здоровье [9]. В ландшафтном дизайне необходимо учитывать то, что тени от различных зеленых насаждений бывают двух типов: кружевная и плотная. Кружевную тень дают ажурные кроны берез, акаций, рябин, сосен, яблонь. Плотную, с резкими контурами тень, дают густые кроны вязов, каштанов, дубов, лип, елей [10]. Важно так же продумать покрытие детской площадки. Идеальное покрытие места для игр – это, конечно же, газон. А лучшая газонная трава для детской площадки – та самая, которой засевают футбольные поля. Мягкий плотный газон совершенно безопасен для нежной кожи юных любителей подвижных игр. Покрытия для детских площадок, которые предлагают многочисленные строительные фирмы, специализирующиеся на оборудовании игровых и спортивных комплексов, можно условно разделить на: 1) каучуково-полиуретановые покрытия, изготовленные из резиновой крошки с полимерными связующими; 2) резиновые модульные покрытия; 3) пластиковые модульные покрытия; 4) искусственная трава. По принципу укладки они подразделяются на рулонные, модульные (в виде плитки или матов) и наливные.

Неоспоримые достоинства таких искусственных покрытий для оформления детских площадок: упругость, эластичность и травмобезопасность; изготовление из экологически чистых материалов; устойчивость к перепадам температур и УФ-излучению; морозостойкость; влагопоглощение и отличные дренажные качества покрытия нескользящая поверхность, даже после дождя; высокая износостойкость, долговечность; низкая воспламеняемость материалов; неприхотливость в чистке [11]. При выборе строительных материалов, покрытия площадки, растений для детских площадок нужно учитывать вкусы, темперамент, индивидуальные предпочтения и уровень развития детей, безопасность, удобство сборки и экономическую составляющую строительных материалов. К сожалению, в г. Всеволожске многие площадки не отвечают вышеперечисленным требованиям к детским площадкам (рис. 1). У некоторых из них не соответствует нормам покрытие, у многих сломаны спортивные снаряды, какие-то не огорожены от проезжей части, некоторые просто устарели и настолько давно не ремонтировались, что играть на них детям просто опасно. Из городского бюджета выделяются средства на ремонт площадок, но этих денег явно недостаточно. Ведь площадок, которым требуется реконструкция, немало. Конечно, не все площадки города в плохом состоянии. Во многих дворах установлены новые площадки для детей, соответствующие всем или почти всем требованиям.



Рис. 1. Детская площадка, требующая ремонта (г. Всеволожск)

ЛИТЕРАТУРА:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Всеволожск>
2. ГОСТ Р 52169-2003 Оборудование детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний. Общие требования.
3. ГОСТ Р 52168-2012 Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний горок. Общие требования.
4. САНПИН 2.4.1.2660-10 Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы в дошкольных организациях.
5. ГОСТ Р 52301-2004 ОБОРУДОВАНИЕ ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК. Безопасность при эксплуатации. Общие требования.
6. <http://www.ksportal.ru>
7. Городская экология: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Н.Тетиор. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.
8. Экология городской среды: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования/ А.Н.Тетиор. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. 4-е изд., перераб. и доп. 352с. (Сер. Бакалавриат).
9. <http://www.pro-landshaft.ru>
10. Волкова Ю.В. Основы композиции. Текст лекций. 83с.
11. <http://sait-pro-dachu.ru>

УДК 711.3:712.23

Н.В.Соколова
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет),

О.А.Терентьева
(МОУ Ухтинский технический лицей им. Г.В.Рассохина),

И.И.Талева
(МОУ Детская художественная школа)

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПАРКА АТТРАКЦИОНОВ В НАЦИОНАЛЬНОМ КОЛОРИТЕ

В настоящее время парки развлечений являются не только центрами семейного отдыха, но и бизнесом, который способен приносить доходы уже с середины второго сезона. На данный момент времени в Республике Коми нет ни одного парка развлечений. Обустройство парка позволяет решить множество проблем: совместный отдых детей и родителей способствует сплочению и укреплению семьи; появятся новые рабочие места, экскурсии из соседних городов привлекут дополнительные финансовые вливания в бюджет города, а наличие традиций национальной культуры поддержит республиканскую программу по сохранению национальной культуры Республики Коми.

Цель исследовательской работы – разработка бизнес-проекта парка развлечений в национальном колорите с соблюдением современных норм и рекомендаций, а также пропаганда Коми культуры.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить принципы формирования парков развлечений; характерные для Коми культуры и искусства (колористику, символику, персонажи, фольклорные образы и т.д.);
- провести социальное исследование в городе Ухта;

- разработать бизнес-план реализации данного проекта.

После тщательного изучения истории развития парковых аттракционов и основных критериев деления современных парков аттракционов авторы пришли к выводу, что в настоящее время летние сезонные парки аттракционов заполнили курортные зоны, однако нет ни служб, ни ведомств, которые регулировали бы статус парков, поскольку наличие двух-трех аттракционов нельзя назвать парком. Но настоящих полноценных стационарных парков аттракционов на 15-40 аттракционов в России пока явно недостаточно, и имеется лишь несколько тематических парков. По результатам социологических исследований, проведенных на территории России, парк, обладающий собственной тематикой, на 30 % популярнее простого парка аттракционов.

Прежде чем возводить парк аттракционов, следует провести анализ планирования парка аттракционов. Любая ошибка в планировании и концепции парка выливается в потерю прибыли и снижение рентабельности проекта. На основе проведенного анализа можно сделать ряд выводов.

1. Для проектирования парка необходимо провести предварительное социологическое исследование, которое поможет определить потребность в парке развлечений, его предпочтительное местоположение, возраст потенциальных посетителей; требуется разработать ценовую политику.

2. Выбрать тематику парка, разработать персонаж – символ. Определить цветовую гамму.

3. Исследовать рынок.

4. Выбрать аттракционы, согласно результатам соцопроса.

5. Определить на плане расположение мест отдыха и снабдить их санитарным оборудованием. Определить на плане административные помещения, хранилища и ремонтные блоки.

Результаты предварительного голосования позволили выявить основную группу посетителей. Самая большая по численности группа – это учащиеся 7-11 классов. Вторая по численности группа – семейные люди: для них парк стал бы общественным местом, куда можно прийти всей семьей и где каждый смог бы отдохнуть. Люди пенсионного возраста чаще говорят о том, что их не интересует такой вид развлечения или интересует косвенно.

Парк аттракционов является тематическим. Парк занимает площадь в 3,7 га на территории полей за улицей Куратова. Участок, на котором располагается парк, находится в выгодных условиях: это въезд в город и начало главной дорожной артерии города, рядом протекает река Чибью.

Национальный колорит присутствует в окраске аттракционов, в планировке парка, его тематике и цветовом решении. В плане парк представляет собой один из важнейших элементов Коми орнамента – солярный знак, символ солнца (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**) [1]. Линии знака читаются за счет дорожек. Многие аттракционы для поддержки национальной составляющей парка были изменены, в частности – кабинки подверглись модификации.

Тематика парка основана на герое национального эпоса – Йиркапе [2, 3]. Этот персонаж присутствует на ростомерах, допускающих к катанию информационных стендах (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**), также в парке работают актеры-аниматоры в национальных костюмах. Существует мнение, что Йиркап был самым быстрым охотником, так как обладал волшебной лыжей. Из всего сказанного выстраивается примерный ассоциативный ряд: скорость – ветер – блеск – мелькание – аттракцион. Все названия аттракционов были переведены на Коми язык, а большинство - переименованы с учетом общей тематики парка.

Участки, образующиеся из-за пересечения центральных дорожек, являются секторами парка. Таким образом, территория поделена на пять зон (семейную, экстремальную, детскую, обслуживания и сопутствующих услуг), а также национальный сектор. Зона обслуживания включает две парковки для обслуживающего персонала на 56 автомобилей каждая, две входных группы и два кафе, а также «зеленую» зону, располагающуюся на двух равных участках по 840 м². Кроме того, в зону входит центральная часть парка с концертным залом [4, 5].



Рис. 1. Парк аттракционов на плане города



Рис. 2. Ростомер

При выполнении работы авторами были проведены расчеты по данному проекту. Получены следующие результаты: 1) средняя цена билета на аттракционы составит примерно 75 руб. (такая цена позволит привлечь также малообеспеченные слои населения); предполагаемое количество объема продаж билетов в месяц составляет 120 000 штук; срок окупаемости проекта при минимальном посещении составит три года или четыре сезона.

Для открытия парка необходим первоначальный капитал в сумме 46 053 000 руб. [6]. Возможные следующие пути финансирования проекта: а) кредит в коммерческом банке (стоимость кредита 12% годовых); б) инвестиции частного бизнеса (крупных предприятий республики). К реализации данного проекта предполагается привлечь такие крупные предприятия республики как ООО «Трансгаз Ухта», ОАО «СМН», ООО «Лукойл-Коминнефтепродукт» и др. Бюджетное финансирование в рамках федеральной целевой программы «Культура России (2012-2016 гг.)», либо по программе государственной национальной политике Республики Коми «Этноинициатива».

Таким образом, население города готово к появлению такого массового культурно-развлекательного комплекса, как парк аттракционов, а национальный стиль, несомненно, является важным и интересным аспектом, который не только отличает его от других тематических парков, но и обращает внимание посетителей на богатство Коми культуры. Создание парка - длительный процесс, требующий большого стартового капитала, однако, при хорошей рекламе, парк окупит себя за три года или четыре сезона. В дальнейшем прибыль составит примерно по 30% от общей стоимости проекта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Климова Г.Н. Текстильный орнамент Коми. Сыктывкар: Коми-пермяцкое кн. из-во, 1994.
2. Гилева Т.В. Национальный костюм Коми зырян. Информация на сайте Финно-Угория. Режим доступа: www.finnougoria.ru.
3. Рочев Ю.Г. Коми легенды и предания. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1984.
4. Беляева С.В. Основы изобразительного искусства и художественного проектирования: Учебник. М.: Академия, 2006.
5. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков. М.: Стройиздат, 1991.
6. Буров В.П., Ломакин А.Л., Морошкин В.А. Бизнес-план фирмы: Теория и практика: Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2006; 2009.

УДК 628.3

Н.С.Герасимов, Е.Д.Кудимов, К.С.Пожарнов,
С.В.Хегай, В.В.Жажков, К.Е.Семина, Е.Г.Семян
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Сложность проблемы очистки сточных вод от различных примесей состоит в том, что на практике не существует эффективного универсального способа, позволяющего достигнуть санитарных норм по всем присутствующим соединениям (вредных факторов ВФ.). Поэтому применяются различные способы очистки: механические (отстаивание, фильтрация, сепарация), химические (нейтрализация, коагуляция), сорбционные, биологические, электрохимические (электролиз, электрокоагуляция, электродиализ), мембранные (ультрафильтрация и обратный осмос), озонирование, фотохимическое окисление с использованием различных окислителей и др. Список некоторых выявленных классов ВФ, их идентификаторы и группы методов обезвреживания даны в Таблице 1.

Таблица 1. Типы загрязняющих веществ в сточных водах и методы очистки

Тип загрязняющих веществ	Группа загрязнений	Методы очистки сточных вод
Грубодисперсные взвешенные вещества	Взвешенные вещества с размером частиц более 0,5	Просеивание
		Первичное отстаивание без реагентов
		Фильтрация
Грубодисперсные эмульгированные частицы	Капельные загрязнения, органические вещества, не смешивающиеся с водой	Гравитационная сепарация
		Фильтрация
		Флотация
Микрочастицы	Взвешенные вещества с размером частиц более 0,01 мм	Электрофлотация
		Фильтрация
		Коагуляция
		Флокуляция
Стабильные эмульсии	Нефтепродукты в кол-ве >5 мг/л, вещества, экстрагируемые серным эфиром	Напорная флотация
		Тонкослойная седиментация
		Электрофлотация
Коллоидные частицы	Размер частиц от 0,1 до 10 мкм	Микрофильтрация
		Электрофлотация
Агрессивность среды	pH, общая щелочность, общая	Нейтрализация

	кислотность	
Масла	Концентрация масел более 10мг/л	Гравитационная сепарация
		Флотация
		Электрофлотация
Фенолы	Концентрация фенолов 0,5-5 мг/л	Биологическая очистка + озонирование
		Сорбция на активированном угле
	Концентрация фенолов 5-500 мг/л	Биологическая очистка
		Флотация + биологическая очистка
		Коагуляция + озонирование
Высокое содержание примесей	–	Биологическая очистка
		Химическое окисление (озон)
		Сорбция на активированном угле
Ионы тяжелых металлов	Концентрации Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Feобщ, Cd^{2+} 5-100 мг/л	Электрофлотация
		Реагентный + отстаивание
		Электродиализ
	Концентрации Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Feобщ, Cd^{2+} 0,5-5 мг/л	Электрокоагуляция
		Ультрафильтрация
Цианиды	Концентрация CN^- 1-10 мг/л	Ионный обмен
		Химическое окисление
		Электрофлотация
		Электрохимическое окисление
Хром (VI)	Концентрация Cr^{6+} 1-100 мг/л	Химическое восстановление + Электрофлотация
		Электрохимическое восстановление
		Электрокоагуляция
Хром (III)	Концентрация Cr^{3+} 5-100 мг/л	Электрофлотация
		Осаждение + Фильтрация
	Концентрация Cr^{3+} 0,5-5 мг/л	Ионный обмен
Сульфаты	Концентрация SO_4^{2-} >2000 мг/л	Ультрафильтрация
		Реагентный + отстаивание + фильтрация
	Концентрация SO_4^{2-} <2000 мг/л	Вакуумное выпаривание
		Нанофильтрация
		Обратный осмос
Хлориды	Концентрация Cl^- >300 мг/л	Обратный осмос
		Вакуумное выпаривание
		Электродиализ
Общее солесодержание	–	Нанофильтрация
		Обратный осмос
		Вакуумное выпаривание

		Электродиализ
Поверхностно-активные вещества	Анионные и неионогенные ПАВ	Флотация
		Электрофлотация
		Сорбция на активированном угле
	Анионные, катионные и неионогенные ПАВ	Ультрафильтрация
		Нанофильтрация
		Озонирование

Как следует из анализа данных таблицы, каждому типу сточных вод соответствует метод или группа методов, пригодных для их очистки. В то же время, многие методы очистки сточных вод позволяют удалять более одного типа загрязнений, что и применяется при проектировании и строительстве установок очистки воды и очистных сооружений.

В работе приведена технология, разработанная ОЭЭП РАН (руководитель Я.Б. Данилевич) и позволяющая эффективно очищать сточные воды. Жидкие отходы подкисляются до $pH=4$, затем вводится сорбент-осадитель и вся смесь жидких отходов переводится в электроположительную фазу с pH , равным (не более) 10.

Сорбент-осадитель представляет собой сланцевую золу ГРЭС города Сланцы или пыль цементного завода, ловленная циклонами – это мелкодиспергированный порошок крупностью в среднем до 70 мкм, имеющие в своем составе щелочные и щелочноземельные оксиды до 90%.

Весь процесс ведется при активном перемешивании механическим, гидравлическим другими способами и с активным распылением воздуха, подающегося под давлением, которое превышает (глубины) высоту гидравлического слоя в 1,5-2 раза, чтобы создавалась видимость кипения – барботажного пробулькивания [1]. Барботаж ведется специально разработанными смешивающими форсунками, которые обеспечивают эффективный массообмен. Время процесса не менее 2-х часов. После этого обработанный поток пульпы направляется в отстойники, с ламинарным движением, где за счет гравитационного разделения твердой и жидкой фаз идет очистка – осветление очищаемой смеси (воды). Шлам-осадок оседает со скоростью до 10 м/час, а осветленная фаза направляется в оборотное применение в городской коллектор или на природу в зависимости от анализов по очистке или потребностей в ее применении. Данная технология [2-5] прошла апробацию и внедрена на предприятиях Санкт-Петербурга, Москвы, Оренбурга, Пскова, Самары, Сана (Йемен), городов Южной Кореи, Финляндии и Якутии. При этом степень очистки позволяет использовать очищенную жидкость для технических целей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хентов В.Я., Семин Е.Г., Власов Ю.В., Гасанов В.М. Барботаж. Барботажный аэрозоль. Проблемы решения. СПб.: Химиздат, 2013. 168с.
2. Данилевич Я.Б., Семин Е.Г. Комплексная переработка твердых бытовых отходов – наиболее передовая технология. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 219с.
3. Яковлев В.А., Семин Е.Г., Зенцов В.Н., Новиков М.Г., Козлов А.И. Способ обработки многокомпонентных жидких отходов. Патент на изобретение №2155738 от 10.09.2000 г.
4. Семин Е.Г., Бекренев А.В., Конюхов М.Ю., Валяхин-Коньков К.В., Гладцина В.А. Биохимическая очистка сточных вод от низших спиртов и фенола с применением бактериального препарата «Путидойл».
5. Яковлев В.А., Пегова И.С., Лихачев Ю.М., Семин Е.Г. Комплексная оценка состояния природоохранной деятельности в крупных урбанистических центрах (на примере Санкт-Петербурга). СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. 85с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЧАСТИЦ ДЛЯ РАСЧЕТА
МГНОВЕННЫХ ПОЛЕЙ СКОРОСТЕЙ В ОТКРЫТЫХ ПОТОКАХ
И ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ КРУПНОСТИ

При проведении гидродинамических исследований важной задачей является определение мгновенной величины и направления вектора скорости. Существует два основных метода измерения скорости движения жидкости в безнапорных открытых каналах. Первый – механический, с помощью гидрометрических вертушек и микровертушек, основанный на регистрации числа оборотов лопастного винта (ротора) за промежуток времени, второй – бесконтактный способ измерения скорости потока с использованием ультразвуковых (акустических) измерителей скорости.

Посредством гидрометрических вертушек обычно определяется местная скорость течения в отдельных точках потока, хотя они применяются и для интеграционного определения средней скорости на вертикали или, например, средней поверхностной скорости потока [1]. Основные недостатки данного метода – низкое качество измерений, сложность в использовании на больших объектах, измерение только одной компоненты скорости в одной точке, внесение изменений в поток [2].

Ультразвуковые (акустические) измерители скорости предназначены для измерения расхода воды в открытых водотоках, реках, каналах или закрытых водоводах со свободной поверхностью воды методом «скорость-площадь» [3, 4]. Также существуют другие способы ультразвукового зондирования, позволяющие измерять скорость водного потока: эффект Доплера, снос ультразвуковых колебаний, частотные схемы и т.д. [5]. Метод измерения ультразвуковыми расходомерами основывается на соотношении скоростей распространения акустических колебаний в неподвижной среде и самой среды. Многообразие параметров, которые зависят от скорости измеряемой среды, и предопределило большое количество способов измерения задержки прохождения сигнала от излучателя к приемнику и обратно. С дальнейшим развитием расходомеров данного типа преимущество предоставляется тем приборам, метрологические характеристики которых не зависят от условий эксплуатации – температуры, давления, концентрации примесей и т.п. Ультразвуковые измерители предназначены для измерения скорости потока в заданной точке, при этом для большей точности происходит корреляция измерений в различных точках [6]. Данный метод, также как и предыдущий, обладает большим недостатком, он оперирует с отдельными точками в пространстве.

В настоящее время все большее применение находит наиболее современный метод измерения скоростей – PIV (Particle image velocimetry) – метод обработки изображений частиц, который позволяет оперировать не с отдельными точками в пространстве, а с плоскостью и полем скоростей [7]. В результате чего, используя данный метод, можно исследовать турбулентные потоки и получать более точную и полную информацию о величине и направлении вектора скорости в каждой точке потока. Вследствие необходимости применения сложного высокотехнологичного оборудования, PIV-метод мало применим к большим открытым потокам, но очень эффективен для лабораторных условий.

Метод основан на компьютерном анализе изображений, полученных при съемке камерой, подсвечиваемой лазером плоскости в потоке жидкости или газа [8]. Базовая схема (рис. 1) представляет из себя лазер, который сфокусирован в линию и подсвечивает определенную плоскость в потоке, и ПЗС (прибор с зарядовой связью) камеру, которая

снимает движение частиц в подсвечиваемой плоскости. Для PIV метода необходимо, чтобы в потоке содержалось некоторое количество частиц, способных отражать лазерное излучение. Эти частицы называются трассерами. После этого, данные, полученные с камеры, обрабатываются на высокопроизводительных рабочих станциях и визуализируются [9].

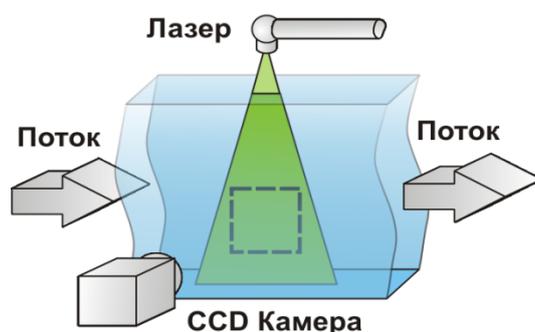


Рис. 1. Схема работы PIV метода

Принцип работы (рис. 2.) основан на анализе изображений двух и более соседних кадров. Каждый кадр разбивается на сетку (изначально 16×16 пикселей), далее за несколько итераций сетка меняет свои размеры. Скорость процесса напрямую зависит от количества кадров и характеристик рабочей станции. Анализ 300 кадров (более 10 итераций) большого разрешения, даже на производительной рабочей станции, занимает длительное время - более 3 секунд.

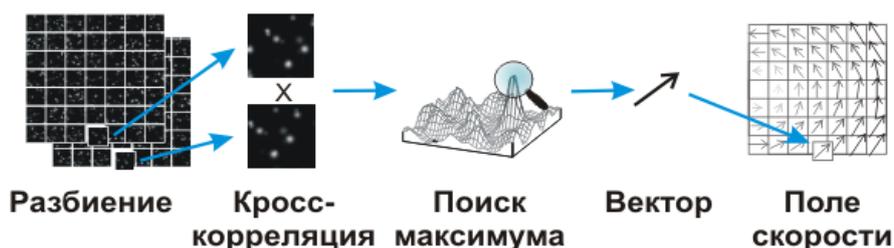


Рис. 2. Принцип работы программного обеспечения для PIV

В ходе модернизации измерительного комплекса гидрологической лаборатории кафедры ВиГС СПбПУ была разработана экспериментальная установка для измерения скоростей потоков на основе PIV-метода. Она была использована в учебных лабораторных работах, а также в научно-исследовательском проекте по разработке мероприятий по недопущению отложений взвешенных наносов в охлаждающих системах энергетических сооружений. Постановка задачи и методика моделирования подробно рассмотрены в работе [10].

Результаты измерений можно представить, как в виде численных значений, так и в виде изображения поля скоростей (рис. 3.).

Разработанный комплекс, наряду с расчетом мгновенных полей скоростей, позволяет определять относительную концентрацию частиц в жидкости, а также с высокой точностью проводить измерение гидравлической крупности.

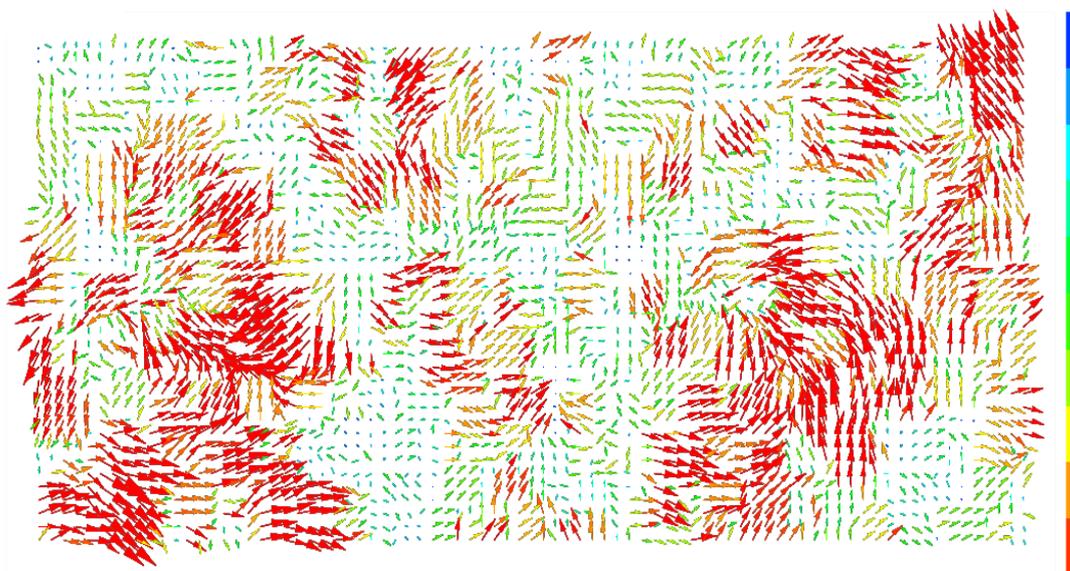


Рис. 3. Пример полученного поля скоростей

ЛИТЕРАТУРА:

1. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 501с. (изд.2-е)
2. Справочник по гидрометеорологическим приборам установкам. Л., 1971.
3. ГОСТ Р 51657.5-2002
4. МИ 1759-87 Государственная система обеспечения единства измерений Расход воды на реках и каналах. Методика выполнения измерений методом «скорость-площадь»
5. Киясбейли А.Ш., Измайлов А.М., Гуревич В.М. Частотно-временные ультразвуковые расходомеры и счетчики. М.: Машиностроение, 1984. 128с.
6. Биргер Г.И. Элементы общей теории ультразвуковых расходомеров // Измерит. техника. 1961. №4. С.42-48.
7. Токарев М.П., Маркович Д.М., Бильский А.В. Адаптивные алгоритмы обработки изображений частиц для расчета мгновенных полей скоростей // Вычислительные технологии. 2007. Т.12. №3.
8. Lueptow, R.M.; Akonur, A.; Shinbrot, T. (2000). "PIV for granular flows". Experiments in Fluids
9. Lüthi B., Tsinober A., Kinzelbach W. Lagrangian Measurement of Vorticity Dynamics in Turbulent Flow // Journal of Fluid Mechanics. 2005. Vol.528.
10. Арефьев Н.В., Зотов К.В., Казарин А.М. и др. Физическая модель процессов отложения и смыва наносов в водозаборных сооружениях АЭС // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2003. №2. С.81-89.

УДК 556.013: 532.5.074

Д.К.Зотов, Т.Н.Кучурина
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ АЭС

Охлаждающие системы водоснабжения АЭС, как и станции в целом, являются уникальными сооружениями вследствие различия примененных технических решений и природных условий (климатических, инженерно-геологических, топографических, гидрологических и др.). Поэтому применение типовых решений возможно только при

рассмотрении эскизных вариантов. Проектные решения должны приниматься с учетом результатов предпроектных научно-исследовательских работ. Это может быть достигнуто путем объединения усилий учебно-научных и проектных организаций в ходе математического или физического моделирования.

Повышение требований эффективности и безопасности к гидротехническим сооружениям гидроэнергетики, атомной и тепловой энергетики, водохозяйственного строительства вызывает необходимость все более тщательной проработки и обоснования проектных решений [1, 2].

В настоящее время для расчетного обоснования проектных вариантов широкое распространение приобретают различные пакеты прикладных программ, реализующих математические модели, апробированные для наиболее встречающихся на практике случаев: Flow 3D, ANSYS, Mike11 [3, 4] и другие. Применение этих программ позволяет значительно сократить время и финансовые средства в тех случаях, когда заложенные в них модели адекватно описывают рассматриваемые процессы, а также когда имеется полная и достоверная исходная информация для адаптации («подстройки») программы к объекту проектирования. Однако, во многих случаях прямое применение численных моделей (реализованных в пакетах прикладных программ) малоэффективно, затруднено или невозможно, в частности, для расчетов трехмерных задач со сложной схемой течения вследствие неопределенностей в задании многих параметров модели.

Поток, поступающий в охлаждающие системы водоснабжения АЭС, претерпевает сужения и расширения, которые сопровождаются образованием многочисленных водоворотных зон с горизонтальными и вертикальными осями вращения. Эти особенности создают трудности для моделирования. Трудности многократно возрастают, если вода в водоисточнике содержит наносы. Опасны отложения наносов в водозаборных, водопроводящих сооружениях и насосных станциях. Даже при малом их содержании в воде при непрерывной эксплуатации сооружений и малых скоростях течения в них отложения наносов могут быть значительными.

Для решения таких задач необходимо прибегнуть к физическому моделированию [5, 6]. В основе физического моделирования явлений лежат методы теории подобия и размерностей. Они позволяют сделать безразмерными уравнения, описывающие физические явления, при существенном уменьшения размерности факторного пространства.

Под термином «моделирование» в настоящей работе понимается научно-исследовательский процесс, состоящий из следующих этапов:

а) сбор и анализ исходных данных об исследуемом объекте (3-D модель здания насосов охлаждающей воды ответственных потребителей АЭС и режим работы элементов охлаждающей системы водоснабжения; средние, максимальные и минимальные уровни и расходы в охлаждающей системе водоснабжения АЭС; среднюю, максимальную и минимальную мутность на входе в систему; гранулометрический состав и гидравлическая крупность взвешенных наносов, скорость начала трогания частиц (агрегатов) осадка взвешенных наносов);

б) обоснование методики моделирования: определение чисел подобия (Fr – Фруда, Re – Рейнольдса, Eu – Эйлера) и масштабных коэффициентов прототипа и модели (линейного, скорости, размера взвешенных наносов), вывод критериальных уравнений;

в) изготовление модели объекта в соответствии с линейным масштабом и разработка программы экспериментов;

г) проведение исследований на модели и уточнение программы опытов;

д) выводы на основании результатов экспериментов и разработка мероприятий по недопущению отложения взвешенных наносов в охлаждающей системе водоснабжения АЭС.

Для проведения исследований был разработан и осуществлен проект модернизации лабораторного гидравлического стенда кафедры «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» СПбПУ.

В последние годы наиболее значительный объем работ на стенде был выполнен по исследованию взвесенесущих потоков при обосновании систем охлаждения первой и второй очереди Тяньваньской АЭС (КНР). Подбор параметров и режимов применительно к моделированию охлаждающей системы водоснабжения АЭС подробно рассмотрен в работе [7]. На рис. 1 приведена схема лабораторного стенда.

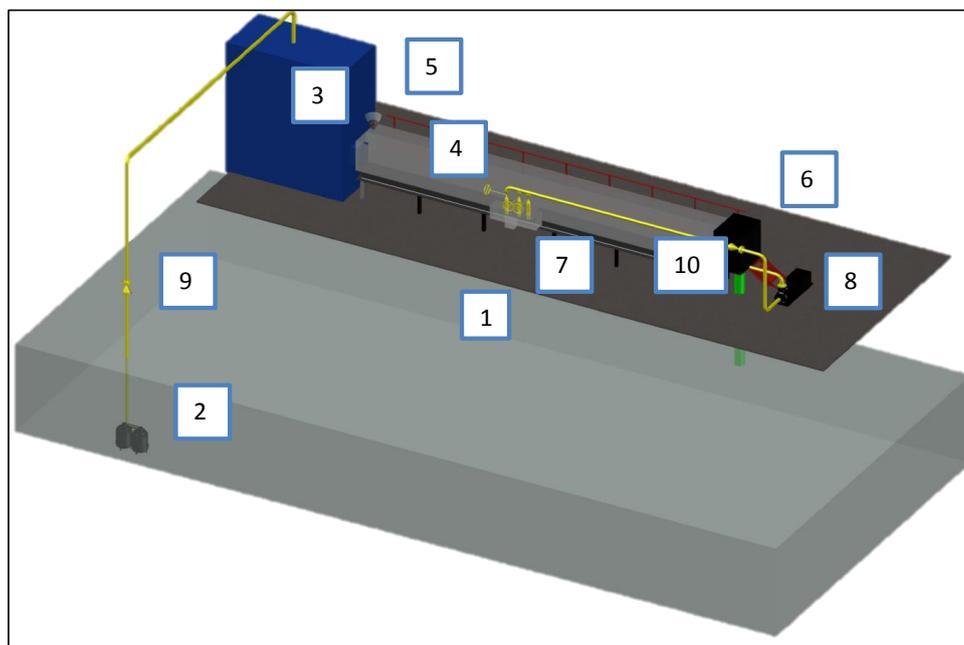


Рис. 1. Схема лабораторного стенда (обозначения в тексте)

Стенд включает в себя резервуар оборотной системы водоснабжения 1, расположенный под полом лаборатории, и погружные насосы 2. С помощью насосов вода подается в головной отсек лабораторного лотка 3. Рабочий участок гидравлического лотка 4 имеет длину 12.5 м, а его ширина равна 0.6 м. В головной части лотка установлен бункер 5 для подачи в воду взвешенных наносов. Лоток в концевой части оборудован затвором 6 для установки необходимого уровня или сброса воды. Камера насосов моделируется с помощью агрегированного с лотком внешнего модуля 7, а работа насосов для нужд ответственных потребителей отбором воды из нее консольным насосом 8. Для измерения расхода воды были подобраны электромагнитные расходомеры 9 и 10.

Автоматизированная система управления и защиты стенда разработана на основе программируемого логического контроллера с возможностью дистанционного управления. С помощью контроллера устанавливаются необходимые гидравлические режимы. Стенд оснащен аппаратурой для проведения подводной фото-видеосъемки.

Насосное оборудование было установлено таким образом, чтобы: а) создать удобство их монтажа, а при необходимости демонтаж и перенос в другие точки стенда, б) минимизировать длину водопроводных труб и в) что важно, значительно разнести точки забора чистой воды и сброса из лотка воды содержащей наносы.

Апробация модели показала, что установка, благодаря мобильности оборудования, позволяет моделировать различные элементы водозаборных и водопроводящих сооружений АЭС, в том числе - автономно (без использования лотка) на пространственной площадке.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Векслер А.Б., Ивашинцов Д.А., Стефанишин Д.В. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений: научное издание. СПб.: ОАО "ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева", 2002. 592с.
2. Мирцхулава Ц.Е. Надежность и безопасность гидротехнических сооружений: история, настоящее, приоритетные направления (Reliability and safety of hydraulic structures: case history, present state and preferable directions): Обзорная лекция / Ц.Е. Мирцхулава. СПб.: ОАО "ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева", 2002. 84с.
3. FLOW 3D [Электронный ресурс]. – <http://www.flow3d.com/home/products/flow-3d>
4. MIKE 11 [Электронный ресурс]. – <http://mikebydhi.com/Products/WaterResources/MIKE11.aspx>
5. Леви И.И. Моделирование гидравлических явлений. Л.: Энергия, 1967. 235с.
6. Михалев М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Техническая физика». СПб.: СПбГПУ, 2008.
7. Арефьев Н.В., Зотов К.В., Казарин А.М. и др. Физическая модель процессов отложения и смыва наносов в водозаборных сооружениях АЭС // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2003. № 2. С.81-89.

УДК 631.43

Е.П.Петровская, Н.В.Соколова
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

Инженерные изыскания являются важной частью строительства, т.к. от результатов этих изысканий зависит стоимость строительства, долговечность и прочность сооружений. Это особенно актуально при проектировании сложных конструкций, возводимых в условиях плотной городской застройки или на ранее неисследованных территориях.

Отсутствие надежных методов прогнозирования последствий антропогенного воздействия привели к негативным результатам (переуплотнение почв, их деградация и пр.). Также существенной проблемой является высокая трудоемкость проведения изыскательных работ в части определения гидравлической проводимости почвы или грунта [1-4].

Вместе с тем, математические модели позволяют решать широкий спектр задач, например – прогнозировать динамику влаги в почве и изменение уровня грунтовых вод, а также - деформацию грунтов при строительстве и эксплуатации. Математическое моделирование гидрофизических свойств почв и грунтов предоставляет возможность применения вычислительных (компьютерных) экспериментов, которые имеют ряд преимуществ [5-7]: например, для выполнения этих экспериментов не требуются большие затраты труда и времени, тогда как лабораторные исследования зачастую предполагают проведение трудоемких натуральных опытов с большим количеством повторностей. Адекватные математические модели позволяют исследовать объект даже в гипотетических условиях [8, 9].

Применительно к задачам инженерно-мелиоративных изысканий особое практическое значение имеет возможность оценить такие важные гидрофизические показатели, как водоудерживающая способность и гидравлическая проводимость почв и грунтов с учетом

явления гистерезиса [10-12]. Кроме того, применение почвенно-гидрофизических моделей оказывается весьма продуктивным в агрофизических исследованиях для технологий точного земледелия [13], а также для комплексной оценки агромелиоративных систем при планировании инвестиций в строительство таких систем и их реконструкцию [14, 15].

В статьях [12, 16] не рассматривается экономическая целесообразность применения методов математического моделирования, которые предлагаются для предсказания гидравлической проводимости почвы по данным о ее водоудерживающей способности. Прямое измерение гидравлической проводимости почв и грунтов в лабораторных условиях весьма трудоемко и требует привлечения высококвалифицированных сотрудников [1-4]. По этим причинам небольшое количество организаций занимается прямыми измерениями этого гидрофизического показателя.

Средняя стоимость прибора ПКВГ-Ф, применяемого для измерения гидравлической проводимости почв и тонкодисперсных грунтов, составляет приблизительно 60 тыс. руб. Кроме того, следует учесть и стоимость проведения данной работы (затраты на факторы производства: бурение скважины, отбор проб, их транспортировку и т.д.). Использование метода, описанного в [12], позволяет существенно сократить расходы на инженерно-исследовательские работы, используя относительно доступные данные о плотности сложения и плотности твердой фазы почвы, а также о гранулометрическом составе почвы и почвенно-гидрологических (агрогидрологических) константах [7].

Из этого следует, что указанный метод может найти широкое практическое применение благодаря его эффективности и возможности оперативного оценивания ряда весьма важного для мелиоративного строительства гидрофизического показателя – гидравлической проводимости почв и грунтов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
2. Duan R., Fedler C., Borrelli J. Comparison of Methods to Estimate Saturated Hydraulic Conductivity in Texas Soils with Grass // J. Irrig. Drain Eng. 2012. Vol.138(4). pp.322-327.
3. Murray D. Fredlund, G. Ward Wilson, Delwyn G. Fredlund. Estimation of Hydraulic Properties of An Unsaturated Soil Using A Knowledge-Based System.
4. Kim S. Perkins. Measurement and Modeling of Unsaturated Hydraulic Conductivity. 2011.
5. Терлеев В.В. Информационная поддержка модели влагопереноса в почве. Депонированная рукопись № RU94001479 15.12.1988. 11 с.
6. Заславский Б.Г., Опарина И.В., Терлеев В.В. Диалоговая система формирования банка гидрофизических характеристик почв // Докл. ВАСХНИЛ. 1988. №11. С.40-43.
7. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись № RU94001487 19.01.1994. 10с.
8. Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Терлеев В.В. Детерминированные модели поведения пестицидов в почве. Методология построения, структура, принципы использования: Науч. Издание. СПб - Пушкин: ВИЗР РАСХН, 1999. 92с.
9. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
10. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2013. №1(9). С.22-29.

11. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // *Агрофизика*. 2012. №4(8). С.1-8.
12. Терлеев В.В., Нарбут М.А., Топаж А.Г., Миршель В. Моделирование гидрофизических свойств почвы как капиллярно-пористого тела и усовершенствование метода Муалема-Ван Генухтена: теория // *Агрофизика*. 2014. №2(14). С.35-44.
13. Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С. Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод // *Плодородие*. 2011. №1. С.29-31.
14. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.468-472.
15. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//*Природообустройство*. 2013. №3. С.32-37.
16. Van Genuchten, M.Th. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1980. Vol.44. pp.892-989.

УДК 712.23

Т.Д.Чащина
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ БУФЕРНОЙ ЗОНЫ ЮНТОЛОВСКОГО ЗАКАЗНИКА

В настоящее время актуален вопрос о юридическом статусе и границах буферной зоны Юнтоловского заказника. Юнтоловский заказник является особо охраняемой природной территорией - такой, к которой (согласно определению Международного союза охраны природы) относятся участки суши и/или моря, специально предназначенные для сохранения и поддержания биоразнообразия, природных и связанных с ними культурных ресурсов и имеющие особый юридический статус [1].

Природный комплекс имеет единую гидрологическую систему, объединен сложными биологическими связями, поэтому устойчивость экосистем ООПТ напрямую зависит от качества ее природного окружения. Очевидно, что осуществление градостроительных проектов на прилегающих к заказнику природных территориях окажет негативное воздействие на ООПТ [2].

На данной территории, более близкой к городской застройке, долгое время планировалось размещение зоопарка, но проект не удался по причине сложных гидрогеологических условий. В недавнем времени, в июле 2014 года, был утвержден проект экопарка, рекреационной зоны с экологическими тропами и беседками. Завершение работы над благоустройством запланировано на 2017 год.



Рис. 1. Ситуационная схема [7]

В связи с вопросами об использовании данной территории в качестве рекреационной зоны, актуален вопрос состояния зеленых насаждений. К тому же, в 2014 году на границе буферной зоны была построена городская магистраль скоростного движения - Западный скоростной диаметр (ЗСД). Рассматриваемый участок трассы ЗСД потребовал значительного сноса зеленых насаждений в районе Планерной улицы. Но необходимо обеспечить сохранность существующих лесонасаждений общего пользования, позволяющих создать единую рекреационную систему, огибающую заказник «Юнтоловский», доступ в который ограничен.

Исследуемая территория имеет глубокую историю развития ландшафтов. На основе

данных, полученных из материалов по таксации лесов Приморского лесничества Санкт-Петербургского государственного учреждения «Курортный лесопарк», а также большого количества научной литературы, в совмещении с практическим исследованием объекта, стало возможным провести анализ состояния зеленых насаждений. В данной работе рассмотрена история формирования рассматриваемого ландшафта, геология, анализ почв и особое внимание уделено гидрологии и состоянию зеленых насаждений.

Для использования данной территории в качестве объекта рекреационного назначения, необходимо разработать план благоустройства, соответствующий установленным нормам [3]. Для разработки проекта благоустройства требуется провести предпроектный анализ территории. Поэтому актуально проанализировать состояние насаждений на данном объекте.

Целью работы является характеристика состояния зеленых насаждений исследуемой территории. Для достижения поставленной цели необходимо решить несколько задач:

- дать характеристику условий произрастания на данной территории;
- оценить видовое разнообразие, типы пространственных структур, строение древесно-кустарниковых насаждений, возрастную структуру и состояние растительности в целом;
- оценить состояние плоскостных сооружений и водных структур;
- провести анализ антропогенного воздействия;
- проанализировать пригодность буферной зоны для рекреационного использования с разработкой рекомендаций.

Рассматриваемая территория располагается в Лахтинской низине и входит в состав физико-географического (ландшафтного) района Приневской низменности южно-таежной подпровинции Северо-Западной ландшафтной области Русской равнины [4]. Рельеф Приневской низины однообразен: здесь преобладают террасы, сложенные суглинками и ленточными глинами. Лахтинская впадина располагается в пределах нижней (литориновой) террасы с абсолютными отметками менее 6 м над уровнем моря. Гидросеть развита довольно слабо и представлена речками Каменкой и Глухаркой. Для осушения территории в 1980-х гг. прорыты каналы вдоль Камышовой и Планерной улиц, впадающие в р. Глухарку. Питание реки осуществляется за счет дождя, снеготаяния, стока с болотных массивов [5].

Исследуемая территория входит в Прибалтийско-Ленинградский геоботанический округ, который охватывает неширокую полосу, примыкающую к берегу Финского залива и представляющую собой террасированную равнину [6]. Однако благодаря тому, что данная территория находится в пределах депрессии – Лахтинской впадины, для нее характерна своеобразная растительность, которая значительно отличается от фоновой растительности округа.

Рассматриваемый в данной работе ландшафт динамичен как в природном отношении, так и по интенсивности антропогенных воздействий. В этих изменениях ведущую роль играют сукцессии растительности, которые, с точки зрения ландшафтно-динамического подхода, отражают изменения состояния ландшафта [5].

По результатам проведенного анализа рассматриваемого объекта сделаны следующие выводы:

- 1) лесистость удовлетворяет требованиям, предъявляемым лесопарковым зонам;
- 2) на исследуемой территории преобладают насаждения с участием сосны и березы. (малоценные лиственные и низкодекоративные породы представлены незначительно, породный состав соответствует требованиям сохранения биоразнообразия и выполнения рекреационных функций);
- 3) наиболее представлены средневозрастные насаждения (молодняков недостаточно);
- 4) класс бонитета преобладающих пород – 3.0;
- 5) соотношение площадей по типам ландшафта не соответствует нормативу;
- 6) средняя эстетическая оценка 2 (3 класс определяется тем, что в некоторых выделах избыточная увлажненность или повышенная захламленность);
- 7) половина площадей территории имеет низкий показатель рекреационной оценки по той же причине избыточной увлажненности, захламленности и плохой проходимости;
- 8) присутствуют насаждения 1, 2 и 3 класса устойчивости (деградация лесной среды отсутствует);
- 9) плохая проходимость по причине отсутствия дренажа, густого подлеска;
- 10) большая часть территории характеризуется средней просматриваемостью;
- 11) средний класс совершенства по данной территории определен как 2.0, что говорит о комфортности для рекреационного использования.

Учитывая каждый пункт, для рационального и экологичного использования данной рекреационной зоны были подуманы рекомендации:

- 1) Проводить регулярный мониторинг с целью поддержания существующего состояния.
- 2) Поддерживать породный состав в существующем состоянии.
- 3) Разработать проект мероприятий по содействию естественному возобновлению и лесовосстановлению.
- 4) Разработать проект рубок ухода и мероприятий по осушению территории с целью поднятия класса бонитета сосны.
- 5) Оптимизировать соотношение типов пространственной структуры ландшафтными рубками и посадками.
- 6) На территории с низкой эстетической оценкой рекомендуется назначить мероприятия: убрать захламленность, загущенный подрост и подлесок, рекомендовать смену состава при реконструкции насаждений, гидромелиоративные мероприятия из-за заболоченности.
- 7) Осушение, коренная реконструкция, уборка захламленности.
- 8) Требуется постоянный мониторинг, чтобы отслеживать изменения и не допускать ухудшения состояния.
- 9) С целью улучшения проходимости разработать систему дренажа и провести уборку территории.

10) Для улучшения просматриваемости – рубки формирования в подросте и подлеске в кварталах 45, 52.

11) Повысить класс совершенства за счет уборки ольхи серой как низкодекоративной породы, ольхи черной и осины на выделах с низкой рекреационной оценкой и повышение класса бонитета сосны за счет осушения.

Сохранность и увеличение природных компонентов городского ландшафта, обеспечение высокого уровня рекреационного обслуживания определяют качество жизни городского населения. Территория, рассматриваемая в работе, обладает значительным природно-рекреационным потенциалом, является носителем исторических типов городских ландшафтов и может рассматриваться как основа для идентификации среды современного города.

Следует подчеркнуть, что территория находится в интенсивно развивающемся районе жилой застройки с изначально благоприятным состоянием окружающей среды и развивающейся инфраструктурой, следовательно, необходимо сохранить данную природно-антропогенную систему как зону природных ландшафтов [7].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Guidelines for protected area management categories. IUCN Commission on National Parks and Protected Areas with the Harris L.D. The fragmented forest island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. Chicago: L., 1984. 211p.
2. Скроденис Т.А., Общественное экологическое движение «Сохраним Юнтолово», Роль местного сообщества в территориальной охране природы, Материалы межрегиональной конференции «Особо охраняемые природные территории регионального значения: проблемы управления и перспективы развития» 25–26 октября 2010 Санкт-Петербург.
3. Свод правил СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89*». Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
4. Исаченко Г.А. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование. СПб., 1999.
5. Волкова Е. А., Исаченко Г.А., Храмов В.Н. Юнтоловский региональный комплексный заказник. СПб., 2005. 202с.
6. Храмов В.Н., Ковалева Т.В., Нацваладзе Н.Ю. Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга. СПб., 2013. 176с.
7. <http://rgis.spb.ru/map/PromoMapPage.aspx>, Региональная геоинформационная система, Комитет по земельным ресурсам и землеустройству Санкт-Петербурга.

УДК 627.417

А.О.Никоноров, В.Л.Баденко
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

АНАЛИЗ ПРОВЕДЕНИЯ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА ГЭС

Цель данной работы состояла в изучении негативных факторов, связанных с абразией, влияющих на водно-энергетический баланс Волжско-Камского каскада ГЭС и выборе типа конструкций берегоукрепления водохранилищ, которые бы позволяли при высоких технико-экономических показателях обеспечить необходимую защиту их берегов от разрушения волнением, на примере Куйбышевского водохранилища. Волжско-Камский каскад ГЭС — каскад водохранилищ и гидроэлектростанций в Волжском речном бассейне. Рассмотрим далее важнейшие проблемы Волжско-Камского каскада ГЭС, связанные с рассматриваемой

здесь проблемой. Абразия (лат. Abrasio – соскабливание): в геологии - процесс разрушения и сноса суши морским прибоем. Проблема актуальна для крупных озер и водохранилищ.

Основными последствиями разрушения берегов являются [1]: 1) выведение из землепользования значительных площадей сельскохозяйственных и лесных угодий; 2) развитие оползневой опасности на застроенных территориях. Больше всего страдает от абразии берегов Куйбышевское водохранилище [2]. С помощью программы SAS.Planet был



Рис. 1

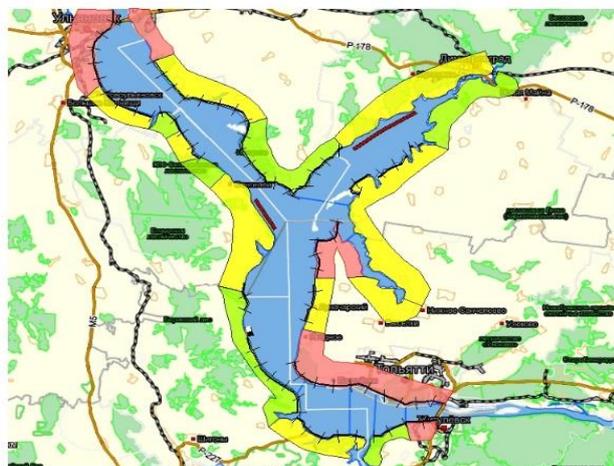
выделен бассейн Куйбышевского водохранилища. Рис. 1 был обработан в AutoCAD; по имеющимся данным скорости переработки берега в год и изображению периметра водохранилища была определена новая граница зеркала водохранилища с учетом увеличения площади за год, получено ежегодное увеличение площади зеркала. Было определено, что в среднем каждый год площадь Куйбышевского водохранилища увеличивается на 0,035% от текущей площади водохранилища. Именно поэтому следует обратить особое внимание на укрепление его берегов.

Подтопление – одно из наиболее распространенных проявлений негативного воздействия вод, характеризующееся значительным распространением, длительностью и масштабом наносимых экономических потерь. Подтопление территории развивается как комплексный природный процесс под влиянием совокупности факторов, основными из которых являются подпор грунтовых вод.

Площади подтопления составляют около 27% площади волжского бассейна [1]. Суммарное годовое испарение с поверхности суши в бассейне Куйбышевского водохранилища составляет 450-500 мм (75-85% годовой суммы осадков), в бассейнах рек Саратовского водохранилища 420-480 мм (80-90%), а в южных районах уменьшается до 320-380 мм (87-92%) [2]. Как мы видим из представленных данных, наибольшее испарение с поверхности водохранилища также происходит на Куйбышевском водохранилище. Рассмотрим влияние увеличения площади водохранилища на водный баланс водоема. Главные статьи водного баланса – приходные (поверхностный приток) и расходные (сток через гидросооружения ГЭС). Среднегодовой сток рек, впадающих в водохранилище по его периферии (боковая приточность), составляет 5,4% от общего поверхностного притока [3]. Площадь зеркала водохранилища при НПУ на данный момент составляет 5900 км²) и ежегодное ее увеличение от переработки берегов достигает 2,082 км². Следовательно, каждый год испарение зеркала водоема увеличивается на 0,036%. Поэтому в совокупности всех негативных факторов именно Куйбышевское водохранилище требует первоочередных действий по укреплению берегов от абразивного действия.

Для визуализации и точного оценивания масштабов работ с помощью портала Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии [4], который содержит подробные карты кадастровых участков с указанием их стоимости, были найдены средние стоимости прибрежных участков Куйбышевского водохранилища. Данный портал также содержит данные о наличии берегоукреплений, что отражено на картах. Поэтому были

определены участки берега водохранилища, где проводились берегоукрепительные работы. С помощью программы SASPlanet были сделаны снимки бассейна Куйбышевского водохранилища по всему его периметру.



Условные обозначения	
	рекомендуемые участки для берегоукрепительных работ
	планируемые берегоукрепительные мероприятия
	Кадастровая стоимость менее 100 руб. за кв. м
	Кадастровая стоимость от 100 до 500 руб. за кв. м
	Кадастровая стоимость от 500 до 1000 руб. за кв. м
	существующие берегоукрепления

Рис. 2

С помощью пакета ГИС ArcGIS данные портала Росреестра были оцифрованы и составлена база данных прибрежных зон Куйбышевского водохранилища с зонированием по стоимости за квадратный метр земли, с указанием укрепленных участков, пример такой базы данных представлен на рис. 2.

Анализируя базу данных кадастровой стоимости на предмет наличия у прибрежных участков берегоукреплений, можно увидеть, что большое количество участков, со стоимостью от 500 руб. за м² и выше, на данный момент не имеют берегоукрепления.

Учитывая процессы, происходящие на Куйбышевском водохранилище, можно определить, что если не принять никаких мер по берегоукреплению данных прибрежных зон, то эти земли в дальнейшем будут потеряны, что приведет к: а) крупным большим финансовым убыткам; б) невозполнимым потерям

ценных сельскохозяйственных угодий; в) опасности исчезновения прибрежных населенных пунктов и всей инфраструктуры.

Соответственно, именно эти участки требуют проведения комплекса защиты берегов. Руководствуясь данными СКИОВО бассейна реки Волги о долгосрочных мероприятиях (по строительству и реконструкции сооружений) для достижения его целевого состояния на период 2011-2025 г. [5], в базе данных были также отмечены прибрежные зоны, на которых будут произведены берегоукрепительные работы. Из 19 запланированных проектов на данный момент реализовано 7. Но по составленной базе данных можно судить, что ФЦП (федеральный целевой проект) затрагивает лишь малую часть неукрепленных берегов и, в основном, ту, кадастровая стоимость которой наиболее высока. Но ценность берегов также нужно рассматривать и с сельскохозяйственной точки зрения, так как утрата важных сельхозугодий невозможна. В связи с этим данная проблема приобретает важнейшее значение, что приводит к необходимости проведения мер по защите данных берегов. Предварительно были рассмотрены три варианта основного крепления береговой линии:

1) Крепление берега в виде подпорной стенки из шпунта Ларсен-5ум. Отрицательные стороны данного варианта – дорогая стоимость шпунта. Положительная сторона - берегоукрепительное сооружение с применением шпунта обладает высокой общей устойчивостью и сохраняет свои технологические свойства при волновых и ледовых воздействиях и деформациях основания.

2) Крепление берега в виде подпорной стенки и креплением откоса габионными конструкциями. Отрицательная сторона данной конструкции – трудоемкость выполнения

габионных конструкций. Положительная сторона – данная конструкция обладает проницаемостью (служит фильтром для грунтовых и внешних вод).

3) Крепление берега в виде подпорной стенки из ж/бетонного шпунта ШТП. Достоинством этих сооружений является то, что они полностью исключают возникновение низовых размывов берега.

В данном проекте для защиты берегов от абразивных воздействий применим такой тип конструкции укреплений, как подпорная стенка из габионов. Применение габионных конструкций является одним из высокоэффективных и универсальных способов не только укрепления откосов, но и усиления, стабилизации и защиты эксплуатируемого земляного полотна, регуляционных дамб, береговых и других сооружений [6]. Из недостатков можно привести достаточно высокую стоимость и трудоемкость строительства. Габионные конструкции хорошо зарекомендовали себя при обустройстве берегоукрепления Саратовского водохранилища. Принятые в проекте конструкции берегоукрепления обеспечивают устойчивость берега от размыва, волнового воздействия и ледовых нагрузок при переменном уровне Куйбышевского водохранилища. Все это требует формирования адекватных информационно-аналитических систем [7, 8].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Нижне-Волжское бассейновое водное управление «Разработка проекта СКИОВО, включая НДВ, бассейна р. Волга» (С11-01), Кн. 1 «Общая характеристика бассейна р. Волга». М.: ООО «ВЕД», 2011.
2. Нижне-Волжское бассейновое водное управление «Разработка проекта СКИОВО, включая НДВ, бассейна р. Волга» (С11-01), Книга 2 «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы бассейна р. Волга». М.: ООО «ВЕД», 2011.
3. Розенберг Г.С., Выхристюк Л.А. Куйбышевское водохранилище. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. 123с.
4. "Росреестр" - служба государственной регистрации (электронный ресурс) URL: <https://rosreestr.ru>
5. Нижне-Волжское бассейновое водное управление «Разработка проекта СКИОВО, включая НДВ, бассейна р. Волга» (С11-01), Кн. 6 «Перечень мероприятий по достижению целевого состояния речного бассейна». М.: ООО «ВЕД», 2011.
6. ФГУП «Союздорпроект» «Методические рекомендации по применению габионных конструкций в дорожно-мостовом строительстве». ООО «Организатор». М., 2001.
7. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Баденко Г.В. Методические подходы к созданию информационно-аналитических систем на базе геоинформационных технологий для поддержки управления водными ресурсами // Труды СПбГПУ. Строительство. №502. . – СПб: 2007. – с.171-178.
8. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В. Эколого-энергетические принципы управления энерговодохозяйственными системами // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". 2014. № 11 (151). С. 131-138.

УДК 1418

А.Р.Вовкушевская, С.Я.Павлов
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ В СООРУЖЕНИЯХ XIX - НАЧАЛЕ XX ВЕКОВ И В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Цель работы – обзор и анализ традиционных и современных деревянных перекрытий. **Перекрытия междуэтажные** – это горизонтальные конструкции, разделяющие помещения по высоте: делят дом на этажи, либо отделяют жилые помещения от чердачных, цокольных или подвальных помещений (Рис. 1). По типу конструкции перекрытия делятся на: 1) **балочные перекрытия** – состоят из несущего элемента (балки) и заполнителя,

обеспечивающего тепло- и звукоизоляцию; 2) **стропильные фермы** – это жесткие конструкции, предназначенные для устройства крыши. Они передают нагрузку от обрешетки с лежащей на ней кровлей на стены дома.

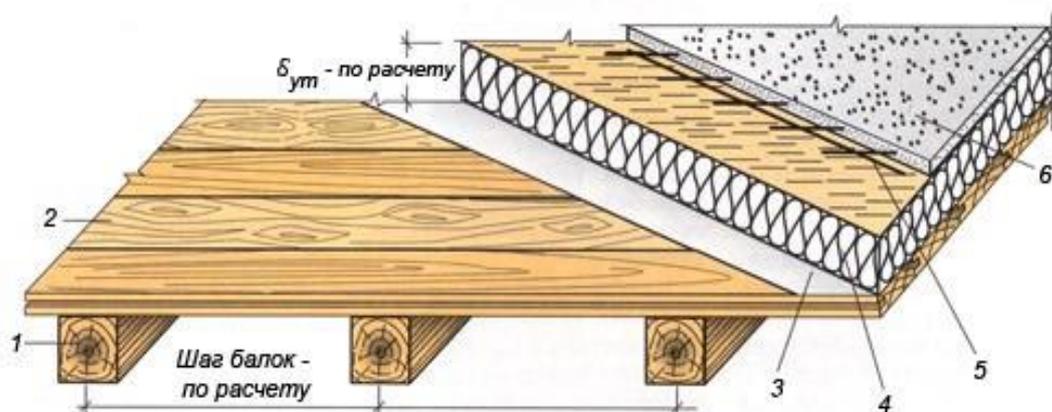


Рис. 1. Деревянное перекрытие

С начала XVIII века до середины XIX века основным строением была русская изба. Основным типом деревянных конструкций являлись срубы и каркасные конструкции. Позже на смену деревянным домам пришли каменные, кирпичные. Дерево стали использовать в конструкциях перекрытий, кровли и стропильных крышах. Плоские перекрытия из дерева служили для разделения жилого помещения от чердачного помещения, а также для разделения жилого помещения от подвального. Такие конструкции стали применять в доходных домах Санкт-Петербурга и в других городах России [1-4]. Конструкции перекрытий были очень прочны, но единственным недостатком подобной конструкции является низкая пожаростойкость, и именно поэтому многие сооружения того времени сгорели, например – здание Манежа в Москве, которое сгорело в 2004 году.

Деревянные перекрытия по стропильным фермам стали применяться в России до конца XIX века для перекрытий больших пролетов [5]. В скандинавских странах такие перекрытия делают до сих пор в общественных и спортивных сооружениях. На территории России такие перекрытия встречаются в кирпичных и каменных домах, построенных до революции. Как правило, это – музеи, выставочные центры, пассажи и др. В жилищном строительстве такие перекрытия не использовались.

Междуэтажные перекрытия и стропильные фермы используются до сих пор, но в современном строительстве они изготавливаются из более легкого материала, а именно из клееных деревянных конструкций и термодерева. Также из этого материала выполняются более сложные, криволинейные конструкции такие, как купола, перекрытия больших пролетов и в качестве декоративной отделки помещений.

Клееные деревянные конструкции (КДК) используются от малоэтажного домостроения до большепролетных спортивных сооружений и торговых центров (Рис. 2). Строители и проектировщики по достоинству оценили прочность и стойкость материала (благодаря разному направлению древесных волокон в соседних клеенных ламелях КДК не деформируется, геометрия бруса остается неизменной), а также его дизайнерские возможности, ведь благодаря тому, что КДК могут быть гнуклееными, из них делают арки, купола, башни, малые формы и т.д.

Термодерево – это идеальный материал для напольных покрытий, садовых дорожек, беседок, элементов ландшафтного дизайна. Термодерево предназначено для использования в местах, где дерево наиболее подвержено воздействию влаги и перепадов температуры –

улица, открытые площадки. Это прекрасная альтернатива холодной плитке для мощения открытых и закрытых площадок около бассейнов. Применение термодерева также эффективно в строительстве погреба, садовых дорожек, плоских крыш, причалов, пирсов, гаражей, веранд, и прочих малых архитектурных форм.



Рис. 2. Купол ТРЦ «Питерлэнд», г. Санкт-Петербург

При сооружении промышленных и гражданских зданий в качестве несущих конструкций покрытий применяются различного типа деревянные и металлодеревянные фермы и арки. Применение металла для растянутых поясов этих ферм обусловлено трудностью подбора для них высококачественного лесоматериала I и II категории. Используя преимущественно клееных деревянных элементов (они могут быть изготовлены из древесины пониженного качества путем вырезки из досок мест с недопустимыми пороками, со стыкованием по длине посредством зубчатого стыка), представляется возможным получить при склейке элементы, не уступающие по качеству цельным брусам I категории, которые могут быть с успехом применены в качестве растянутых элементов конструкций.

Благодаря своим уникальным характеристикам термодревесина нашла применение во многих областях строительства. Этот материал прекрасно подходит для возведения зданий и сооружений в регионах с повышенной влажностью и суровым климатом.

Термодерево можно использовать в строительстве и само по себе, и как основной элемент в производстве композитных материалов с улучшенными характеристиками. Хорошая теплозащита, которую обеспечивает малая теплопроводность клееного бруса, позволяет значительно сократить затраты на строительство: более тонкие и легкие строительные конструкции не требуют использования дорогостоящих изоляционных материалов и возведения сложных фундаментов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Юхнёва Е.Д. Петербургские доходные дома. Очерки из истории быта. М.: Центрполиграф, 2008.
2. <http://expertsamostroy.ru/derevyannye-perekrytiya>
3. <http://39-duimov.ru/20-perekrytie-ego-vidy-i-montazh.html>
4. Иконников А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. Том I. М.: Прогресс-Традиция, 2001, 656с.
5. Серк Л.А. Курс архитектуры. Гражданские и промышленные здания. Том I. Конструктивные схемы и элементы гражданского строительства. М.: ГОССТРОЙИЗДАТ, 1938. 440с.

ПАТИО: ИСТОРИЯ ОБЪЕКТА И ЕГО АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ
СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

В настоящей работе под патио понимается внутренний небольшой открытый двор, частично или по всему периметру окруженный колоннадой или аркадой, украшенный растительностью или другими декоративными элементами [1]. Особенностью патио и его главным отличием от обыкновенного двора является отсутствие действующего проезда с улицы непосредственно во двор. Данное отличие позволяет провести чёткую грань между этими двумя объектами: патио и собственно двором.

Патио в настоящее время весьма распространены в странах субтропического или умеренного климата. Однако и в современной России существует запрос на такой элемент загородного дома. Но сложности, связанные с суровыми климатическими условиями, пока не дали хороших примеров дома с патио. Это объясняется как недостатком у заказчиков и проектировщиков информации об этом элементе ландшафтной архитектуры в его традиционном исполнении, так и отсутствием качественных инженерных решений, позволяющих обеспечить сочетание северного жилого дома с полностью замкнутым в его объёме внутреннем двориком. Вследствие этого тема данной работы представляется актуальной.

Патио восходит к античному перистиллю. Перистиль - это прямоугольный двор, окруженный по периметру крытой колоннадой или аркадой. Перистили возникли в эллинистической Греции; впоследствии они широко использовались в виллах и городских домах Древнего Рима [2]. В Древнем Риме иногда в пределах одного дома сочеталось несколько перистилей (например, в доме Фавна в Помпеях) [3].

Подобные внутренние дворы создавались и в последующие эпохи в разных странах. В Испании, находившейся несколько веков под влиянием арабов, на основе мусульманских канонов сформировался новый тип сада, который позднее стал называться мавританским. Относительно небольшие по площади внутренние дворики (патио) представляли собой своеобразные комнаты или залы на открытом воздухе. Часто обрамлением такого сада служили галереи, увитые виноградом или плетистыми розами. В мавританских садах, согласно мусульманским традициям, главным украшением сада становилась вода, заключенная в самые разные формы. Деревья и кустарники иногда не подвергались стрижке и высаживались свободно. Большое количество цветов и пряных трав являлось особенностью ландшафтного дизайна мавританских садов. Широко использовалось декоративное мощение свободных от посадок пространств, что придавало садам особое изящество и изысканность. Внутри мавританского патио распределение воды было определяющим моментом. Если сравнивать мавританские сады с другими садами исламского мира, то можно констатировать, что водные элементы ландшафтного дизайна здесь были реализованы на очень высоком уровне. Именно сочетание художественно вымощенных дорожек, тщательно подобранной растительности, водной глади бассейнов и плеска фонтанчиков делало патио образцом малого объекта садового искусства [4, 5].

Перистиль как элемент комплекса жилых, хозяйственных, общественных и культовых сооружений проявился в дальнейшем при строительстве католических монастырей. Часть этих сооружений формировалась вокруг центрального двора, получившего название «клуатр». В центре клуатра располагался бассейн или фонтан, к нему из галерей вели

крестообразные дорожки. Пространство между дорожками было занято цветниками, или газонами [6].

Впоследствии внутренний двор становится неотъемлемой частью не только монастырей, но также палаццо и учебных заведений Италии и других стран юга Западной Европы. Такой двор был мастерски использован Ф. Брунеллески для объединения всех помещений в Воспитательном доме во Флоренции. Квадратный двор, обрамленный лёгкими арочными галереями, защищающими помещения от солнечных лучей, окружен зданиями, включающими рекреационные, жилые и учебные помещения. Входы в здания расположены по главной оси двора [6].

Среди построек, в которых используется архитектурный приём патио, следует отметить монастырь Сан Марко во Флоренции. Двор монастыря представляет собой вариант романского монастырского двора, но с привнесением элементов архитектуры итальянского Возрождения. Его гладкие, светлые аркады, увитые зеленью, создают эффект уединенности и в тоже время открытости окружающей среде.

Средневековые и ренессансные дворы дворцов-крепостей (палаццо) были замкнуты со всех сторон стенами. Во многих случаях нижний этаж дворов устраивался в виде аркад. Формально эти дворы не являются патио, так как в них вела проезжая арка. Но редкое использование арки (иногда арка является не проезжей, а только проходной) и богатое декоративное убранство пространства, позволяют считать эти объекты близкими к патио. В 17 веке крепостной характер палаццо постепенно сменяется парадно-представительским. Иногда раскрывается флигель, разделяющий дворы, и несколько открытых пространств объединяются в один ансамбль (например, в вилле Папы Юлия III, арх. Д. Виньола). Дворы стараются использовать как садики и украшают по примеру римских вилл фонтанами, нишами со статуями, отдельно стоящей скульптурой и художественным мощением [7].

В России патио не получил широкого распространения ввиду сурового климата и ограниченности городской территории. Построить патио могли только очень богатые люди. Практически единственным сохранившимся примером патио является висячий сад Малого Эрмитажа. В сельской местности в патио потребности не было. Влияния сурового климата: холодные зимы с обильными снегопадами, частые и обильные дожди, оказывали негативное воздействие на решение о строительстве открытого внутреннего двора в доме.

В настоящее же время патио приобретает все большую популярность в загородном строительстве и даже в городском строительстве (классический патио построен в городе Пушкин). Наличие открытого пространства, украшенного фонтаном или просто дизайнерским решением посадки цветов, придает современному дачному дому большую презентабельность и комфорт.

Однако появляется много вопросов, которые необходимо решить. В частности, круговое расположение комнат вокруг внутреннего двора, далеко не самое удобное. Необходимо расположить помещения так, чтобы проживание в данном доме не сводилось к необходимости прохода из комнаты в комнату через двор или через другие комнаты. Это можно решить за счет остеклённой, изолированной от внешней среды галереи, проходящей по всему периметру внутреннего двора. Само по себе определение патио исключает наличие действующего проезда во двор. Однако для случая особой необходимости заехать во двор на транспортном средстве, в частности – в период строительства, можно предусмотреть помещение с разборными стенами-воротами. Это помещение и будет представлять собой временный сквозной проезд. Его можно использовать как холл, или подобное помещение, которому не будет требоваться поддержание комнатной температуры круглый год. Если здание имеет два этажа, то «сквозное» помещение можно сделать изолированным от основного дома и устроить в нем мастерскую или гараж. Проход по зданию через это

помещение будет осуществляться через второй этаж, который является полноценной частью тёплого дома.

Далее встает вопрос о системе отведения дождевых вод с открытой территории. Для этого в патио устраивается система лотков для сбора ливневых вод с дальнейшим отведением их в ливневую канализацию или просто за пределы дома.

Особо остро стоит вопрос об уборке из патио снега зимой. При отсутствии постоянно действующего сквозного проезда вывозить снег зимой будет довольно затруднительно. Поэтому предлагается растопка снега либо газовыми отопителями, либо устройством тёплого пола под всей территорией патио. В летнее время система не будет эксплуатироваться, а в зимнее будет включаться только для растопки большого количества снега. Растопленный снег будет уходить по системе отвода дождевых вод.

Очевидно, что проектирование, строительство и содержание патио в условиях российского климата требуют серьёзных финансовых вложений. Однако наличие такого внутреннего двора внесёт оригинальность в структуру дома и будет служить хорошим местом отдыха для его хозяев и их гостей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баторевич Н.И., Кожицева Т.Д. Малая архитектурная энциклопедия. СПб.: «Дмитрий Буланин», 2005. 704с.
2. Забалуева Т.Р. История архитектуры и строительной техники. М.: ЭКСМО, 2007. 736с.
3. Всеобщая история архитектуры в 12 томах. М.: Т.5, 1967. 640с..
4. Ожегов С.С. История ландшафтной архитектуры. М.: Архитектура-С, 2004. 231с.
5. Курбатов В.Я. Всеобщая история ландшафтного искусства. Сады и парки мира. М.: Эксмо, 2009. 736с.
6. Всеобщая история архитектуры в 12 томах. М.: Стройиздат, 1973. Т.2. 712с.
7. Лихачев Д.С. Поэзия садов: к семантике садово-парковых стилей. М.: Согласие, ОАО «Тип. «Новости», 1998. 471с.

УДК 696.11

В.И.Горбатов, С.Я.Павлов
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

МОЙКА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЦЕССА

Пожарные автомобили, находящиеся на вооружении объектов подразделений ГПС МЧС России, эксплуатируются во всех климатических зонах страны, на предприятиях и объектах нефтегазодобывающей и нефтегазоперерабатывающей, химической и нефтехимической, электроэнергетической, машиностроительной промышленности, предприятиях транспорта и связи. Высокая боевая готовность подразделений пожарной охраны в значительной мере зависит от технического состояния пожарных автомобилей и от их надлежащего внешнего вида.

Существуют нормативные документы, по которым пост мойки пожарных машин необходимо размещать в помещении гаража пожарного депо или в боксе, примыкающем к нему [1-3]. Но, к сожалению, в наших условиях во многих действующих пожарных станциях отсутствует возможность мойки пожарных автомобилей в гараже; обслуживание производится на автомойках, поездка к которым занимает много времени. При этом путь

автомобиля может проходить через жилые и промышленные зоны. Вследствие этого представляется актуальным для обеспечения большей безопасности объектов, находящихся под контролем пожарной охраны, размещение автомойки непосредственно в здании пожарной станции. Современные нормы требуют, чтобы оборудование для мойки автомашин было дополнено устройством для очистки сточной воды [1-3].

Авторами предлагается удлинить стандартный блок стоянки пожарных автомобилей на одну секцию. В этом дополнительном блоке предусматривается бесконтактная мойка аппаратами высокого давления с использованием соответствующих моющих средств. При этом предусматривается система оборотного водоснабжения. Эта система производит частичную очистку воды, используемой для мытья автомобилей, до кондиций, позволяющих её повторно использовать для мойки. Этим обеспечивается экономия чистой воды, а также сберегаются средства на оплату городской канализации. Однако, в процессе мойки необходима и чистая вода. Она используется для подпитки оборотной системы и для ополаскивания автомобилей. Последнее необходимо для предотвращения разрушения лакокрасочного покрытия пожарных автомобилей солями, которые не удаляются в процессе очистки использованной воды.

Практически все системы оборотного водоснабжения, используемые в подобных процессах, работают по следующей схеме. Загрязнённые сточные воды от мойки автомобилей собираются в лоток, по которому отводятся в первый железобетонный приямок. В этом приямке оседает самая тяжелая и грубая грязь. Далее вода по переливной трубе поступает во второй железобетонный приямок, который предназначен только для накопления воды для обработки и дальнейшего использования. Из этого приямка вода струйным или центробежным канализационным насосом засасывается в установку для дополнительной очистки. Наиболее часто дополнительная очистка включает следующие стадии.

Флотация - это перемещение взвешенных частиц из всего объёма воды на её поверхность с помощью мелких пузырьков воздуха [4]. Процесс флотации обычно начинается с первого отсека установки. В этот отсек подается воздух под давлением, нагнетаемым компрессором. Вода в отсеке, находящаяся под давлением воздуха, растворяет воздух в большем количестве, чем при атмосферном давлении. После этого вода попадает во флотационный отсек, в котором давление сбрасывается, а растворившийся в воде воздух в виде мелких пузырьков захватывает взвешенные частицы и в виде пены поднимается на поверхность. Образовавшаяся пена выводит на поверхность и минеральные загрязнения, и нефте- и маслосодержащие загрязнения (масла, шампуни, бензин, нефть и т.п.) – так называемый нефтешлам. Собранные загрязнения сбрасываются по шламовому лотку в шламосборник (представляет собой дополнительную ёмкость и не входит в состав установки).

Отстаивание. Очищенная флотацией вода поступает в отстойник, который находится во втором отсеке установки и позволяет осаждать и отфильтровывать частицы грязи, которые не удаляются при флотации.

Фильтрация. Следующим этапом очистки является механический фильтр, который состоит из песка (обычно речного) или дробленого керамзита. Механическая очистка является финальной стадией очистки воды и удаляет из воды оставшиеся частицы грязи.

После трех ступеней очистки вода поступает в аккумулятор (бак) чистой воды, встроенный в установку. Из аккумулятора вода поступает в аппарат, обеспечивающий давление, необходимое для создания мощных струй, а из аппарата подается на мойку машины. После использования вода стекает в приямок и цикл повторяется.

Во многих странах традиционно уделяется большое внимание внешнему виду пожарных экипажей. Существует ряд свидетельств о прекрасном состоянии пожарных

экипажей в дореволюционной России [5]. Должность брандмейстера была одной из самых почётных в городе, пожарные лошади были лучших пород, их регулярно осматривал ветеринар. Повозка, насосы, пожарные рукава и амуниция пожарных всегда находилась в образцовом порядке. «Пожарные являлись гордостью городской управы и населения. Отличные лошади определенной масти для каждой части, экипажи ярко-красного цвета, пожарные в сияющих касках. Все это поражало обывателя, тянуло его за обозом на место пожара, посмотреть, как будут побеждать огонь эти скромные герои», – вспоминали в своих записках о жизни Санкт-Петербурга в 1890-1910-х годов Д.А. Засосов и В.И. Пызин [5, 6]. Такие же высокие требования предъявлялись и к самодвижущимся пожарным экипажам, которые стали применяться с конца XIX-го века.

В настоящее время очень большое внимание уделяется внешнему виду пожарных автомобилей в США. Содержание пожарных автомобилей и пожарного оборудования в надлежащем ухоженном виде является традицией и гордостью для пожарных Америки. Машины в США имеют многолетний срок службы, но выглядят как новые. И тому есть несколько причин. Во-первых, это гордость за свою работу, во-вторых, это показывает насколько серьезно и ответственно пожарные относятся к общественному ресурсу, которым они управляют, и, в-третьих, это помогает контролировать техническое состояние машин.

Чистая пожарная машина является гордостью пожарных и помогает им завоевать доверие местных жителей. В любое время любой человек может посетить пожарную станцию, где к нему отнесутся как к дорогому гостю и проведут подробную экскурсию по пожарной части. К сожалению, в России экскурсии по объектам пожарной охраны не проводятся.

Во время мойки автомобиля существует возможность проведения небольшой диагностики. При мытье пожарной машины могут быть замечены некоторые неисправности, к примеру – масляные потёки на днище и в двигателе автомобиля. При своевременном устранении этих дефектов пожарные автомобили прослужат долгое время.

Авторами был произведен расчет количества оборотной воды в сутки в пожарной станции, рассчитанной на 5 машин. Принимается, что согласно [3] расход потребляемой оборотной воды на мойку одного грузового автомобиля составляет $0.06 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Тогда расход воды на мытьё 5-ти автомобилей в сутки будет составлять $0,06 \text{ м}^3/\text{сут} \times 5 \text{ шт.} = 0.3 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Согласно [3] количество воды, необходимое для восполнения потерь в системе оборотного водоснабжения, должно приниматься равным 15% от количества воды, подаваемой для мойки автомобилей. Это количество составляет $0.15 \times 0.3 \text{ м}^3/\text{сут} = 0.045 \text{ м}^3/\text{сут}$. Эти 15% мы пополняем при ополаскивании автомобиля чистой водой после мойки. Из этого следует, что переполнения баков оборотной воды никогда не будет.

Ежегодно Государственные пожарные подразделения совершают порядка двух миллионов выездов, спасая жизни людей и материальное имущество. Очень часто даже минутная задержка пожарных может лишить кого-то шанса на спасение. И именно от пожарных машин зависит, насколько быстро пожарный расчет сможет доехать до очага возгорания, поэтому чрезвычайно важно, чтобы пожарные службы всегда были готовы своевременно отреагировать на вызовы, на высоком уровне выполняя свой профессиональный долг.

Новизна настоящей работы заключается в том, что авторы впервые предложили простой и дешевый способ преобразования стандартного гаража для пожарных автомобилей в сооружение, позволяющего производить мойку машин, сопровождающуюся дополнительным техническим осмотром. Также авторами предлагается обоснование, подтверждённое историческими материалами, необходимости поддержания пожарных автомобилей в идеально чистом состоянии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. НПБ 101-95 “Нормы проектирования пожарной охраны”.
2. Методические указания подразделениям Государственной противопожарной службы МЧС России по организации уставного порядка в подразделениях ГПС, содержанию территории подразделений, пожарных депо и служебных помещений.
3. ОНТП 01-91 “Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта”.
4. Хаммер М. Технология обработки природных и сточных вод. М.: Изд-во: Стройиздат, 1979. 400с.
5. Засосов Д.А., Пызин В.И. Из жизни Петербурга 1890-1910-х годов. М.: Изд-во: Лениздат, 1999. 269 с.
6. Буклет “Пожары и пожарные в Петербурге”. М.: Изд-во: Государственный музей истории Санкт-Петербурга, 2004.

УДК 627.8.05

А.О.Никоноров, Н.В.Арефьев, С.Я.Павлов
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В настоящее время в Санкт-Петербурге особо актуальной является проблема реконструкции гидротехнических сооружений на малых водотоках города. Однако, несмотря на то, что в последнее время при таких работах используются (наряду с традиционными) и новые технологии строительства, практически отсутствуют публикации, посвященные этому вопросу. Авторы данной публикации достаточно подробно ознакомлены с историей и современным состоянием работ такого рода, что и явилось основанием к данной публикации. Статья построена на основе обзора основных технологий, используемых при реконструкции гидротехнических сооружений.

Наиболее старым способом является реконструкция «насухо» с помощью перемычек. Известно, что серьезные работы по реконструкции мостов и набережных города начались после катастрофического наводнения 1924-го года, когда из-за серьезных повреждений стала необходимой реконструкция части Дворцовой набережной, Прачечного и других мостов через водотоки, вытекающие в этом районе из Невы. По данным [1] для ремонта Прачечного моста часть акватории Невы и часть русла Фонтанки были отгорожены земляными перемычками, под прикрытием которых в осушенном котловане проводились работы по замене свайного ростверка на железобетонный, восстановлены и укреплены ледорезы, в швы кладки был нагнетен цементный раствор взамен вымытого водой.

Но также известны и более ранние случаи использования данной технологии в Санкт-Петербурге. В 1914 году в связи с возрастающим движением транспорта по Офицерской улице мост (ныне мост Декабристов) был перестроен по проекту инженера А.П. Пшеницкого, ширина его при этом увеличилась с 13 до 23,3 м. При сооружении нового моста опоры были разобраны до ростверков, в местах расширения опор забиты дополнительные сваи и уложена бетонная подушка, после чего возведены новые опоры. Для этого часть Крюкова канала вместе с мостом была отделена двумя поперечными перемычками, замкнутыми позади устоев. Вода удалялась с помощью насосов, и работы велись в сухом котловане [2, 3]. Активно используется данная технология и в наше время, при реконструкции Американских мостов через Обводный канал часть его русла была

отгорожена перемычками, мосты были полностью снесены и построены заново, став 2-х опорными, вместо 6-ти.

Еще одним известным и широко используемым методом является устройство шпунтового ограждения. Шпунтовое ограждение - это сплошная шпунтовая стенка, образованная стальными сваями (шпунт типа «Ларсен», плоский шпунт, z-образный профиль, а также труба и двутавровые балки) методом вибропогружения, забивки или вдавливания. Шпунтовое ограждение служит водонепроницаемой преградой. Погружение свай происходит при помощи вибропогружателей [4].

Шпунтовым ограждением пользовались как ограждающим сооружением при реконструкции Дворцовой набережной в 1925 г. после вышеупомянутого наводнения 1924 года. При ее обследовании было выяснено, что брус, лежащий на сваях, поврежден и осел первый ряд камней. Под защитой шпунта была разобрана вся набережная от Дворцового моста до Зимней канавки и еще несколько метров за каналом, укреплено свайное основание и заново возведена стенка [1].

Так же с использованием шпунтового ограждения проводилась реконструкция участка Дворцовой набережной в районе дома 6 уже в наше время, в 2001 году. По результатам обследования в зоне перехода от горизонтального участка к наклонному произошли значительные деформации гранитной облицовки со смещением нижних камней по вертикали до 15 см, за гранью стенки – до 9 см. На данном участке наблюдалась просадка гранитной мостовой и брусчатки. Участок со значительными деформациями был признан аварийным. В связи с невозможностью традиционного ремонта из-за нехватки средств, были применены новые технологии, а именно – устройство буроинъекционных микросвай [5].

Большие реконструкционные мероприятия с использованием шпунтового ограждения проводились в 2007-2014 годах на набережной канала Грибоедова, на участках от Казанского до Банковского моста, около дома №101 и дома №114. Были произведены: ремонт и усиление основания и бутовой кладки подпорной стенки набережной; расшивка швов гранитной облицовки; демонтаж, реставрация и монтаж гранитных тротуарных плит, гранитных тумб, гранитного карниза, а также металлодекора набережной [6, 7]. При строительстве и реконструкции мостов через реки возникает необходимость использовать сухопутные краны и копры, установленные на плавучие средства, а также транспортные плашкоуты для перевозки различных грузов. Плашкоуты следует, как правило, комплектовать из инвентарных металлических понтонов закрытого типа. Разрешается использование металлических палубных барж при достаточной прочности и жесткости их корпуса на действие сил, возникающих при перевозке и работе. При устройстве плавучей опоры из нескольких барж их следует жестко соединять между собой в поперечном направлении [8]. Плашкоуты из понтонов следует применять преимущественно прямоугольного очертания в плане, располагая понтоны симметрично относительно ости опорного давления. Плашкоут должен иметь в плане минимум два понтона, установленных вдоль плашкоута, и минимум два поперек его. В целях безопасности не допускается применять одиночные понтоны. Понтоны рекомендуется устанавливать в плашкоут плашмя, т.е. с высотой борта 1,8 м [2].

Плашкоуты использовались еще на заре становления Санкт-Петербурга. В 1727 году от церкви Исаакия Далматского (стоявшей западнее Адмиралтейства) был наведен первый наплавной мост через Неву, получивший название Исаакиевского. Осенью его сняли и вновь поставили только в 1732 году. С тех пор он наводился ежегодно в течение 184 лет [9].

Первый мост через Неву состоял из барок, поставленных на якорях. По ним были уложены прогоны и настил. В двух местах мост имел подъемные части для пропуска судов. В дальнейшем все наплавные мосты в Петербурге строились по такой же технологии с использованием плашкоутов [10].

В настоящее время плашкоуты используются как вспомогательная конструкция при реконструкции мостов. Именно в таком виде они и использовались при реконструкции Синего моста через Мойку в 2013-2014 гг. С них производились работы по выравниванию арочного свода из чугунных тубингов в проектное положение; термоактивной абразивной очистке арочного свода из чугунных тубингов; комплекса работ по ремонту гранитной облицовки опор моста; ремонту арочного ж/бетонного свода; ремонту чугунных тубингов; окраске чугунных элементов и бетонных поверхностей пролетных строений [11].

В заключении, хотелось бы отметить, что все вышеперечисленные технологии широко применяются на практике и имеют определенные преимущества и недостатки. Плашкоуты просты в использовании, с них производятся работы, устанавливается строительная техника. Перемычки – это классический способ, выгодный в экономическом плане, так как «насухо» укрепляется основание сооружения, а также можно произвести очистку дна водотока. Но что, в свою очередь, ведет к закрытию судоходства. Шпунтовое ограждение – достаточно современный способ, при котором можно укрепить фундамент сооружения, не закрывая судоходство. Однако, обустройство шпунтового ограждения достаточно дорогое мероприятие. При этом следует учитывать и экологические последствия [12].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кочедамов В.И. Набережные Невы. Стройиздат, 1954. 170 с.
2. Заленский В.С. Машины для строительства и монтажа мостов. М.: Машиностроение, 1968.
3. Бобриков Б.В. Строительство мостов. М.: Транспорт, 1987.
4. СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». М.: Госстрой СССР, 1986.
5. Смоленков В.Ю. Использование микросвай при ремонте набережных // Инженерно-строительный журнал. 2009. №6. С.9-11.
6. Ваганова Г.А. Корректировка проектной документации капитального ремонта объекта «Стенка набережной канала Грибоедова (правый берег) от Казанского до Банковского моста». ГУП Ленгипроинжпроект, 2010.
7. Чищера Е.Ю. «Стенка набережной левого берега канала Грибоедова на участке от Ново-Никольского моста до дома №114». ГУП Ленгипроинжпроект, 2011.
8. Инструкция по проектированию вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов (ВСН 146-78), 2001.
9. Пунин А.Л. Архитектура отечественных мостов. Стройиздат, 1982. 152 с.
10. Бунин М.С. Мосты Ленинграда. Очерки истории и архитектуры мостов Петербурга-Петрограда-Ленинграда. Стройиздат, 1986. 280с.
11. Суровцев А.В., Кузнецова Т.Ю. Капитальный ремонт объекта «Синий мост через реку Мойку». Проектная документация». ЗАО Институт Стройпроект, 2008.
12. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В. Эколого-энергетические принципы управления энерговодохозяйственными системами // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". 2014. № 11 (151). С. 131-138.

УДК: 624.078.38

И.А.Осипов, О.А.Зыбина
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ПОВЫШЕНИЕ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ИНТУМЕСЦЕНТНОЙ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ

Цель работы – разработка огнезащитного герметика вспучивающего типа для повышения предела огнестойкости деформационных швов строительных конструкций.

Огнезащита строительных конструкций является составной частью общей системы мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и огнестойкости зданий и сооружений.

Она направлена на снижение пожарной опасности конструкций, обеспечения их требуемой огнестойкости. В число основных задач огнезащиты входят: предотвращение возгорания, прекращение развития начальной стадии, снижение опасных факторов пожара и его локализация [1-4].

Деформационные швы подлежат заделке огнезащитными материалами, т.к. являются частью строительных конструкций, в частности - элементом противопожарной преграды. Для стен, перегородок и перекрытий существуют требования по огнестойкости [5], в соответствии с этими требованиями деформационные швы должны сохранять целостность и теплоизолирующую способность в течение того же времени, что и вся конструкция.

Огнезащитный герметик в составе теплоизолирующей заделки шва локализует распространение открытого пламени в случае возникновения пожара и препятствует задымлению помещения за счет образования интумесцентного слоя. Очевидно, что чем выше огнезащитные свойства герметика, тем дольше заделанные им конструкции и элементы зданий будут способны сопротивляться неблагоприятным факторам пожара. Поэтому перед нами стояла задача разработки термоизолирующего интумесцентного герметика с повышенной огнезащитной эффективностью.

После серии испытаний ряда образцов интумесцентных композиций на основе базовой рецептуры нами был отобран интумесцентный состав, где в качестве связующего использовали водную дисперсию сополимера винилацетата с винилверсататом.

Конструкция при испытаниях продемонстрировала удовлетворительную, но не достаточную огнезащитную эффективность – 164 мин до наступления предельного состояния образца, кроме того, было рекомендовано уменьшить дымообразующую способность герметика. Для улучшения огнезащитных показателей в состав композиции ввели 15% (масс.) гидроксида алюминия.

Огнезащитная эффективность узла увеличилась до 174 мин, а дымообразующая способность герметика существенно снизилась. Для достижения требуемых 180 мин было решено ввести в состав огнезащитной композиции полые стеклянные микросферы в количестве 1 % (масс.). В результате чего предельное состояние испытываемой конструкцией было достигнуто через 182 мин.

Кроме того, данный материал используется для герметизации закрытых и дренированных стыков наружных стен или противопожарных элементов, соединений между усиленными элементами из бетона и кирпича, локального уплотнения различного типа полостей, имеющих заданный предел огнестойкости; швов при прокладке металлических труб; огне-, дымозащитных уплотнений кабелей в трубах небольшого диаметра и входов кабелей в распределительные коробки; для уплотнения мест примыкания оконных и дверных блоков к элементам стен.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Собурь С.В. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий: Справочник. 4-е изд., перераб. М.: ПожКнига, 2012. 160с.
2. http://www.rosteplo.ru/Npb_files/GOST%2012.1.033-81.htm
3. <http://www.pntd.ru/12.1.033.htm>
4. <http://pозsamara.ru/content/view/43/41/>
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федеральный закон №123-ФЗ. М.: Проспект, 2009. 144с.

УЧЕТ ЯВЛЕНИЯ ГИСТЕРЕЗИСА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ

При проектировании агромелиоративных сооружений, а также при расчете норм поливов используются данные о гидрофизических свойствах почвы [1-4]. Одним из таких свойств является водоудерживающая способность почвы. Это свойство принято формулировать в виде зависимости объемной влажности почвы θ ($\text{см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$) от капиллярного давления влаги ψ ($\text{см H}_2\text{O}$). Указанную зависимость А.М. Глобус назвал основной гидрофизической характеристикой почвы (ОГХ) [5]. В литературе представлено множество примеров моделирования ОГХ, а также способов оценки почвенно-гидрофизических параметров [6]. Тем не менее, проблема физически обоснованного учета явления гистерезиса при построении модели водоудерживающей способности почвы по-прежнему остается весьма актуальной [7, 8]. Это объясняется отсутствием исчерпывающего описания механизма взаимодействия воды с твердой фазой почвы в рамках фундаментальных физических представлений.

На кафедре «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» СПбГПУ разрабатывается модель гистерезисной ОГХ. Созданная к настоящему времени версия модели описывает главные и сканирующие кривые иссушения и увлажнения почвы, а также т.н. «поворотные точки» [9, 10]. При построении модели использовано физически обоснованное предположение, что функция дифференциальной влагоемкости почвы в каждой точке на кривых гистерезисной ОГХ принимает только по два значения, которые соответствуют сорбционному и десорбционному равновесиям почвенной влаги. Данная разработка вкпе с автоматизированной системой определения влагопроводности почвы [11] используется в качестве информационного обеспечения имитационного моделирования продукционного процесса сельскохозяйственных культур [12-15].

С учетом особенностей начального десорбционного равновесия исходно полностью влагонасыщенной почвы и завершающего сорбционного равновесия исходно воздушно-сухой почвы, а также различий между значениями наиболее вероятного радиуса почвенных пор при капиллярном иссушении почвы и при ее увлажнении, получены две системы соотношений, описывающих две ветви гистерезисной ОГХ.

Первая система имеет вид:

$$\begin{cases} \theta = \begin{cases} \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / (1 + (-\alpha_d (\psi - \psi_{ae}))^n), & \psi < \psi_{ae}; \\ \theta_s, & \psi \geq \psi_{ae}; \end{cases} \\ \alpha_d = -1 / (\psi_{0,d} - \psi_{ae}) = r_{0,d} / \beta, \quad n = 4 / (\sigma \sqrt{2\pi}). \end{cases} \quad (1)$$

Вторая система имеет вид:

$$\begin{cases} \theta = \begin{cases} \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / (1 + (-\alpha_w (\psi - \psi_{we}))^n), & \psi < \psi_{we}; \\ \theta_s, & \psi \geq \psi_{we}; \end{cases} \\ \alpha_w = -1 / (\psi_{0,w} - \psi_{we}) = r_{0,w} / \beta, \quad n = 4 / (\sigma \sqrt{2\pi}). \end{cases} \quad (2)$$

Для параметров α_d и α_w формулах (1) и (2) справедливо соотношение:

$$r_{0,d} / \beta = -1 / (\psi_{0,d} - \psi_{ae}) = \alpha_d < \alpha_w = -1 / (\psi_{0,w} - \psi_{we}) = r_{0,w} / \beta. \quad (3)$$

В формулах (1)-(3) используются следующие параметры: θ_s - объемная влажность полного насыщения почвы влагой; θ_r - минимальный удельный объем жидкой воды в почве; Ψ_{ae} - давление барботирования на кривой иссушения водоудерживающей способности почвы; Ψ_{we} - давление входа воды на кривой увлажнения водоудерживающей способности почвы; $\Psi_{0,d}$ и $\Psi_{0,w}$ - значения капиллярного давления влаги, соответствующие наиболее вероятным эффективным радиусам пор $r_{0,d}$ и $r_{0,w}$ при десорбционном и сорбционном равновесиях влаги в почве; σ - среднеквадратическое отклонение логарифмов эффективных радиусов пор; $\beta = 2\gamma \cos \varphi / (g\rho_w)$, где γ - коэффициент поверхностного натяжения почвенной влаги на границе с воздухом, φ - краевой угол смачивания водой поверхности частиц почвы, g - ускорение свободного падения, ρ_w - плотность воды).

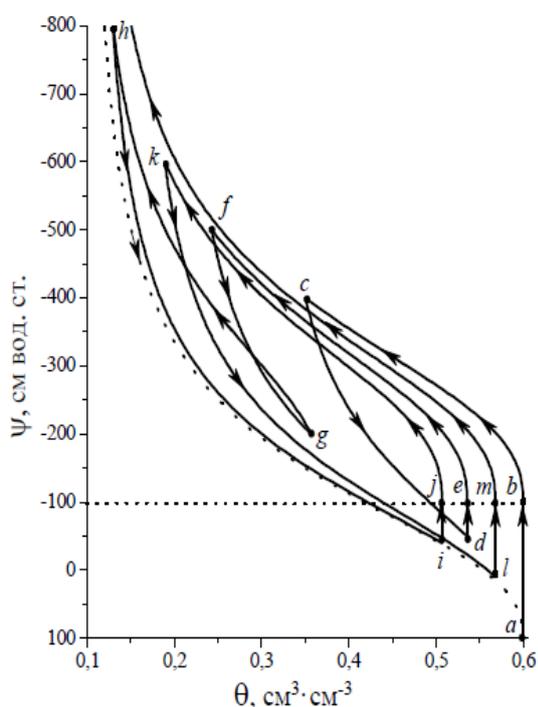


Рис. 1. Петли гистерезисной ОГХ почвы

На рис. 1 (для $\theta_r = 0,1 \text{ см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$ и $\theta_s = 0,6 \text{ см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$) представлены следующие ветви гистерезисной ОГХ почвы: участок главной кривой иссушения ($a \rightarrow b \rightarrow c$), который начинается от состояния полного насыщения почвы водой и заканчивается первой поворотной точкой; участок первичной кривой увлажнения ($c \rightarrow d$) между первой и второй поворотными точками; участок вторичной кривой иссушения ($d \rightarrow e \rightarrow f$) между второй и третьей поворотными точками; участок третичной кривой увлажнения ($f \rightarrow g$) между третьей и четвертой поворотными точками и т.д.; участки последующих кривых иссушения и увлажнения ($g \rightarrow h$), ($h \rightarrow i$), ($i \rightarrow j \rightarrow k$), ($k \rightarrow l$), ($l \rightarrow m \rightarrow$ «воздушно-сухое состояние»); главная кривая увлажнения («воздушно-сухое состояние» $\rightarrow a$), изображенная пунктиром.

Вычислительный эксперимент, который был проведен с описанной здесь моделью гистерезисной ОГХ, не выявил негативного эффекта помпы, т.е. «дрейфа» значений влажности почвы при осцилляциях капиллярного давления влаги в фиксированном диапазоне. При каждой новой осцилляции ветви очередной ($i + 1$)-й внутренней петли гистерезиса оказываются более близкими к соответствующим ветвям предыдущей i -й петли.

Таким образом, построена математическая модель гистерезиса водоудерживающей способности почвы в виде функционального представления ветвей иссушения и увлажнения ОГХ. Для параметров построенной модели предложена интерпретация в рамках представлений о почве как капиллярно-пористом теле с использованием понятий об эффективных радиусах почвенных пор, распределенных по логнормальному закону; о капиллярном давлении почвенной влаги, подчиняющемся закону Лапласа; о заземленном в

тупиковых порах воздухе, давлении входа воздуха и давлении входа воды; о поверхностном натяжении воды на границе раздела фаз и др.

Очевидно, что учет гистерезиса водоудерживающей способности почвы повысит точность прогнозирования динамики почвенной влаги, что позволит проводить более точные расчеты агромелиоративных сооружений, а также обеспечит снижение непроизводительного расхода поливной воды.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата». СПб.: АФИ, 2012. С.468-472.
2. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем // Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
3. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Глядченкова Н.А. Определение водно-физических свойств почв при мелиоративных изысканиях // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. №2. С.18-21.
4. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Латышев Н.К. Геоэкологические подходы к разработке информационно-аналитических систем для гидромелиоративного строительства и природообустройства // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №10. С.205-210.
5. Глобус А.М. Экспериментальная гидрофизика почв. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 356с.
6. Малик А.А., Банкин М.П., Терлеев В.В. Расчет водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических констант. Депонированная рукопись № RU94001487 19.01.1994.
7. Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Моделирование гидрофизических характеристик почв // В сб. «Автоматизация научных исследований и проектирования АСУ ТП в мелиорации». Фрунзе: ВНИИКА мелиорация. 1988. С.82.
8. Терлеев В.В. Моделирование водоудерживающей способности почв как капиллярно-пористых тел. Учебно-методическое пособие. СПб.: СПбГУ, 2000.
9. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2013. №1(9). С.22-29.
10. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2012. №4(8). С.1-8.
11. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
12. Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Терлеев В.В. Детерминированные модели поведения пестицидов в почве // Методология построения, структура, принципы использования. СПб.: ВИЗР, 1999.
13. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
14. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2006. 396с.
15. Badenko V., Terleev V., Topaj A. AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 635-637. pp. 1688-1691.

**ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КАПИЛЛЯРНЫХ СВОЙСТВАХ И ЛОГНОРМАЛЬНОМ
РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ РАДИУСОВ ПОЧВЕННЫХ ПОР КАК ОСНОВА
МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ**

Проблема, на решение которой направлено данное исследование, состоит в том, что прямые измерения такого почвенно-гидрофизического показателя, как водоудерживающая способность почвы, являются весьма трудоемкими, а его надежных оценок в литературных источниках на настоящий момент времени не представлено. Вместе с тем, этот показатель применяется для обоснования и проектирования агромелиоративных систем, в информационном обеспечении аналитических систем водохозяйственного строительства и природообустройства, для оценки природно-ресурсного потенциала территорий [1-5].

В агромелиоративных и водохозяйственных расчетах применяется уравнение Ричардса:

$$\mu \partial \psi / \partial t = \partial (k(\partial \psi / \partial x - 1)) / \partial x - f_x, \quad (1)$$

где t – время; x – пространственная координата на оси, направленной вниз с началом отсчета на поверхности почвы; ψ – капиллярное давление влаги; μ – коэффициент дифференциальной влагоемкости почвы; k – коэффициент влагопроводности почвы; f_x – функция стока [6-8]. Коэффициенты уравнения (1) – суть функции $\mu = \mu(\psi)$ и $k = k(\psi)$, для описания которых обычно применяют эмпирические зависимости, интерполирующие экспериментальные данные. Следует отметить, что на практике измеряют не функцию $\mu = \mu(\psi)$, а ее первообразную в виде зависимости между объемной влажностью почвы θ и капиллярным давлением влаги ψ . Данная зависимость является важнейшим показателем водоудерживающей способности почвы. Этот показатель назван А.М. Глобусом основной гидрофизической характеристикой (ОГХ) почвы [9].

Для интерполяции точек на кривой ОГХ подбирают аппроксимирующую функцию, которая далее используется в расчете $\mu = d\theta/d\psi$. Известно, что дифференцирование аппроксимирующих функций нередко приводит к получению физически абсурдных результатов. Тем не менее, в литературе имеется позитивный пример использования подобного рода функций, например – аппроксимация ОГХ [10]:

$$(\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r) = 1 / (1 + (-\alpha\psi)^n)^m, \quad (2)$$

где θ_s – объемная влажность полного насыщения почвы влагой, θ_r – минимальный удельный объем жидкой воды в почве, α , n , m – эмпирические параметры.

Отсутствие физического обоснования данной модели в значительной мере препятствует ее применению для широкого набора текстурных разновидностей почв. Целью данной работы является обоснование функций $\mu(\psi)$ и $\theta(\psi)$ в рамках представлений о капиллярности и логнормальном распределении эффективных радиусов почвенных пор.

Как известно, поровое пространство почв естественного сложения обладает капиллярными свойствами. Поперечные сечения почвенных капилляров весьма различаются по конфигурации и площади. Это обусловлено случайным сочетанием соприкасающихся механических элементов почвы. Здесь в основу моделирования ОГХ положено представление о совокупности цилиндрических пор кругового поперечного сечения, которая эквивалентна по своим капиллярным свойствам реальному пространству почвенных пор. Определенно можно утверждать, что в длительном процессе почвогенеза дифференциация

размеров элементарных почвенных частиц и образованных из них структурных отдельностей, с одной стороны, и вариабельность занятых воздухом или водой промежутков внутри структурных отдельностей и между ними, с другой стороны, с течением времени фактически приобретает характер логнормального распределения. Использование этого факта оказалось весьма продуктивным при моделировании ОГХ [11]. Следовательно, запишем соотношения для расчета доли объема порового пространства $\bar{\theta}_1$, которая приходится на капилляры, начиная с мельчайших, и заканчивая порами эффективного радиуса \bar{r} :

$$\begin{cases} d\bar{\theta}_1/d\bar{r} = f(\bar{r}) = \exp(-1/(2\sigma^2)\ln^2(\bar{r}/\bar{r}_0))/(\bar{r}\sigma\sqrt{2\pi}), \\ \bar{\theta}_1 = \int_0^{\bar{r}} f(\bar{r})d\bar{r}, \end{cases}$$

где $f(\bar{r})$ – плотность логнормального распределения величины $\bar{r} = (r - r_{\min})/(r_{\max} - r)$; $\ln \bar{r}_0$ и σ – наиболее вероятное значение и среднеквадратическое отклонение логарифмов эффективных радиусов почвенных пор, соответственно; r_{\min} – радиус мельчайшей поры, а r_{\max} – радиус самой крупной поры

Как известно, увлажнение почвы начинается с насыщения водой пор наименьшего радиуса, и лишь после их заполнения влага начинает занимать поры более крупного размера. Иссущение почвы начинается с вытеснения влаги воздухом из пор наибольшего радиуса, и лишь после их опустошения воздух начинает замещать воду в порах менее крупного размера. Во всех точках топологически сомкнутого водного пространства давление одинаково и определяется наибольшим радиусом среди заполненных влагой пор. Учет этого позволяет долю объема пространства пор $\bar{\theta}_1$ с эффективными радиусами, не превышающими \bar{r} , отождествлять с нормализованной величиной $\bar{\theta} = (\theta - \theta_r)/(\theta_s - \theta_r)$ при капиллярном давлении влаги ψ , которое однозначно соответствует величине \bar{r} [12]. На основе приведенных выше положений получено описание функций $\mu(\psi)$ и $\theta(\psi)$ в соответствии с предложенным в [13, 14] физико-статистическим обоснованием почвенно-гидрофизических моделей. Функция дифференциальной влагоемкости почвы имеет вид:

$$\mu = d\theta/d\psi = \begin{cases} -(\theta_s - \theta_r)(n/4)/(\psi - \psi_{ae}) \exp(-\pi(n/4)^2 \ln^2(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))), \psi < \psi_{ae}; \\ 0, \psi \geq \psi_{ae}, \end{cases} \quad (3)$$

При этом ОГХ и ее аппроксимация описываются следующими соотношениями:

$$(\theta - \theta_r)/(\theta_s - \theta_r) = \begin{cases} (\operatorname{erf}((-\sqrt{\pi}/4)\ln(-\alpha(\psi - \psi_{ae})))^n + 1)/2 \approx \\ \approx 1/(1 + (-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n), \psi < \psi_{ae}; \\ 1, \psi \geq \psi_{ae}, \end{cases} \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) использованы следующие параметры: $\alpha = -1/(\psi_0 - \psi_{ae}) = r_0/\beta$, $n = 4/(\sigma\sqrt{2\pi})$, ψ_{ae} – давление барботирования на кривой иссушения водоудерживающей способности почвы; $\beta = 2\gamma \cos \varphi / (g\rho_w)$, где γ – коэффициент поверхностного натяжения почвенной влаги на границе с воздухом, φ – краевой угол смачивания водой поверхности частиц почвы, g – ускорение свободного падения, ρ_w – плотность воды).

Выводы:

Представлена физико-статистическая интерпретация ОГХ почвы, основанная на концепциях о капиллярности и логнормальном распределении эффективных радиусов

почвенных пор. Приведено функциональное представление коэффициента дифференциальной влагоемкости почвы в уравнении Ричардса. Полученные результаты позволят существенно повысить точность почвенно-гидрофизических и агромелиоративных расчетов, а также понизить трудоемкость сбора необходимых для этих расчетов данных.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата». СПб.: АФИ, 2012. С.468-472.
2. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем // Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
3. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Глядченкова Н.А. Определение водно-физических свойств почв при мелиоративных изысканиях // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. №2. С.18-21.
4. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Латышев Н.К. Геоэкологические подходы к разработке информационно-аналитических систем для гидромелиоративного строительства и природообустройства // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №10. С.205-210.
5. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Ленский В.В., Осипов Г.К. Концептуальные основы социально-экономической оценки природно-ресурсного потенциала территории с учетом экологических факторов // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. 1988. №4. С.87-89.
6. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
7. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
8. Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С. Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод // Плодородие. 2011. №1. С.29-31.
9. Глобус А.М. Экспериментальная гидрофизика почв. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 356с.
10. Van Genuchten, M.Th. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J., 1980. Vol.44. P.892-989.
11. Kosugi K. Three-parameter lognormal distribution model for soil water retention // Water Resour. Res. 1994. Vol.30. PP.891-901.
12. Терлеев В.В., Нарбут М.А., Топаж А.Г., Миршель В. Моделирование гидрофизических свойств почвы как капиллярно-пористого тела и усовершенствование метода Муалема-Ван Генухтена: теория // Агрофизика. 2014. №2(14). С.35-44.
13. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2012. №4(8). С.1-8.
14. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика, 2013. №1. С. 22-29.

РАСЧЕТ ФУНКЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ
ДАННЫХ О ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ

Успех решения любой научной задачи во многом зависит от правильного выбора инструментов ее исследования. Такой инструмент можно трактовать и как чисто техническое средство, в некоторых случаях примитивное, и как сверхсложное устройство, отражающее существо исследуемой проблемы [1].

В инженерно-мелиоративных расчетах для оценки природно-ресурсного потенциала территорий, реконструкции агро-мелиоративных систем [2-4], при анализе вариантов проектных решений по предотвращению поступления поверхностных и грунтовых вод на осваиваемые территории [5], при разработке информационно-аналитических систем для гидромелиоративного строительства [6], а также при моделировании динамики почвенной влаги в агрофизических исследованиях используются данные о водно-физических свойствах почвы [7-9]. К их числу относятся: водоудерживающая способность и гидравлическая проводимость почвы. Для описания этих свойств используют особые почвенно-гидрофизические функции. Водоудерживающую способность почвы принято выражать в виде зависимости объемной влажности почвы θ ($\text{см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$) от капиллярного давления (потенциала) почвенной влаги ψ ($\text{см H}_2\text{O}$). Гидравлическую проводимость почвы обычно формулируют в виде зависимости т.н. коэффициента влагопроводности k ($\text{см} \cdot \text{сут.}^{-1}$) от ψ или θ [10].

К настоящему времени исчерпывающей количественной теории, описывающей эти зависимости в рамках физических представлений, в литературе не представлено. Поэтому в большинство практических ситуаций в качестве функции, описывающих указанные гидрофизические свойства, используют различные аппроксимации, с той или иной точностью интерполирующие измеренные данные. Наряду с этим, широкое распространение получили такие аппроксимации, параметры которых могут быть оценены с помощью соотношений регрессионного типа с использованием относительно доступных показателей почвы, например – гранулометрический состав, плотность сложения почвы и др. Такие регрессионные соотношения получили название параметрических педотрансферных функций. В обоих случаях: когда осуществляется формальная интерполяция измеренных данных, или когда используются педотрансферные функции, вопрос о физическом смысле параметров функций, описывающих гидрофизические свойства почвы, в принципе, не имеет ответа. Более того, функции с определенными такими способами параметрами не могут адекватно описывать гидрофизические свойства почвы вне тех интервалов значений ψ или θ , в пределах которых эти параметры были определены. И это - существенный недостаток таких функций. Он усугубляется тем, что расширять интервал измерений, результаты которых используются для определения вышеуказанных параметров, весьма затруднительно по причине высокой трудоемкости таких измерений. В этом состоит одна из проблем гидрофизики почвы.

Решением этой проблемы могла бы стать разработка теоретически обоснованных моделей водоудерживающей способности и гидравлической проводимости почвы с общими физически интерпретированными параметрами. Частично эта проблема решена Ван Генухтеном [11]. Он предложил аппроксимацию ОГХ, которую использовал для расчета нормализованной гидравлической проводимости почвы (отношение гидравлической проводимости к коэффициенту фильтрации) по формуле Муалема. Таким образом,

Ван Генухтен построил систему гидрофизических функций с общими формальными параметрами, не имеющими физического смысла. Главное достоинство построенной Ван Генухтенем системы заключается в том, что имеется возможность предсказывать значения одной из гидрофизических функций с использованием результатов интерполяции второй измеренной функции. Недостаток же состоит в невозможности экстраполяции этих результатов и, как следствие, низкой точности предсказания значений искомой функции. В качестве примера можно привести результат, полученный Ван Генухтенем для глинистой почвы *Beit Netofa clay* [11].

В работе, выполненной под руководством В.В. Терлеева [12-14], получено описание зависимости объемной влажности почвы θ от капиллярного давления ψ , а также предложена аппроксимация этой зависимости в классе элементарных функций:

$$\begin{cases} \bar{\theta} = \begin{cases} (1/2)\operatorname{erfc}\left(\left(n\sqrt{\pi}/4\right)\ln(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))\right), \psi < \psi_{ae}; \\ 1, \psi \geq \psi_{ae}; \end{cases} & (1a) \\ \bar{\theta} \approx \begin{cases} 1/\left(1 + (-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n\right), \psi < \psi_{ae}; \\ 1, \psi \geq \psi_{ae}; \end{cases} & (1b) \end{cases}$$

где $\bar{\theta} = (\theta - \theta_r)/(\theta_s - \theta_r)$ - нормализованная объемная влажность почвы; θ_s - объемная влажность полного насыщения почвы влагой; θ_r - минимальный удельный объем жидкой воды в почве; $\alpha = -1/(\psi_0 - \psi_{ae}) = r_{\max} \bar{r}_0/\beta$; $n = 4/(\sigma\sqrt{2\pi})$; $\bar{r}_0 = (r_0 - r_{\min})/(r_{\max} - r_0)$; r_0 - радиус почвенной поры, которому соответствует наиболее вероятное значение $\ln \bar{r}_0$ нормально распределенной величины $\ln \bar{r} = \ln(r - r_{\min})/(r_{\max} - r)$; $\ln \bar{r}_0$ и σ - наиболее вероятное значение и среднеквадратическое отклонение логарифмов эффективных радиусов почвенных пор, соответственно; r_{\min} - радиус мельчайшей поры; r_{\max} - радиус самой крупной поры; $\psi_{ae} = -\beta/r_{\max}$ - давление барботирования; $\beta = 2\gamma \cos \varphi/(g\rho_w)$, γ - коэффициент поверхностного натяжения почвенной влаги на границе с воздухом, φ - краевой угол смачивания водой поверхности частиц почвы, g - ускорение свободного падения, ρ_w - плотность воды.

Функция приведенной дифференциальной влагоемкости почвы описывается формулой:

$$\bar{\mu} = d\bar{\theta}/d\psi = \begin{cases} -(n/4)/(\psi - \psi_{ae}) \exp\left(-\pi(n/4)^2 \ln^2(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))\right), \psi < \psi_{ae}; \\ 0, \psi \geq \psi_{ae}. \end{cases} \quad (2)$$

Для случая $r_{\max} \gg r$ справедливо равенство $\psi_{ae} = 0$, при этом из формул (1a) и (2) вытекают соотношения, ранее полученные Косуги [15]. Формулы, которые описывают отношение функции гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации почвенной влаги, а также аппроксимацию этого отношения, имеют следующий вид:

$$\begin{cases} k/k_s = \begin{cases} \left(1/(4\sqrt{2})\right) \sqrt{\operatorname{erfc}\left(\left(n\sqrt{\pi}/4\right)\ln(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))\right)} \left(\operatorname{erfc}\left(\left(n\sqrt{\pi}/4\right)\ln(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))\right) + 2/\left(n\sqrt{\pi}\right)\right)^2, \psi < \psi_{ae}; \\ 1, \psi \geq \psi_{ae}. \end{cases} & (3a) \\ k/k_s \approx \begin{cases} 1/\sqrt{1 + (-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n} / \left(1 + \exp(8/(n\pi))(-\alpha(\psi - \psi_{ae}))^n\right)^2, \psi < \psi_{ae}; \\ 1, \psi \geq \psi_{ae}. \end{cases} & (3b) \end{cases}$$

где k_s - коэффициент фильтрации влаги в почве.

Результатом работы являются модели (1a), (2) и (3a), которые образуют замкнутую по параметрам систему почвенно-гидрофизических функций, а зависимости (1b) и (3b) аппроксимируют ОГХ и отношение $k(\psi)/k_s$ в классе элементарных функций. Для

параметров этих функций предложена физико-статистическая интерпретация. Таким образом, эти параметры могут быть оценены по доступным почвенным показателям. Кроме того, по ограниченному набору точек на измеренной кривой ОГХ могут быть вычислены параметры, которые позволят предсказывать ОГХ и нормализованную гидравлическую проводимость почвы в более широком диапазоне капиллярного давления влаги.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Терлеев В.В. Математическое моделирование в почвенно-гидрологических и агрохимических исследованиях. // Учебн. пособие. СПб.: Изд-во СПбГПУ. ун-та, 2005. 104 с.
2. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Ленский В.В., Осипов Г.К. Концептуальные основы социально-экономической оценки природно-ресурсного потенциала территории с учетом экологических факторов // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. 1988. №4. С.87-89.
3. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата». СПб.: АФИ, 2012. С.468-472.
4. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
5. Арефьев Н.В., Волкова Ю.В., Павлов С.Я., Олешко В.А. Разработка и технико-экономическое сопоставление вариантов проектных решений по предотвращению поступления поверхностных и грунтовых вод на территорию металлургического терминала порта Усть-Луга // Инженерно-строительный журнал. 2011. №5. С.16-24.
6. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Латышев Н.К. Геоэкологические подходы к разработке информационно-аналитических систем для гидромелиоративного строительства и природообустройства // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №10. С.205-210.
7. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Глядченкова Н.А. Определение водно-физических свойств почв при мелиоративных изысканиях // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. №2. С.18-21.
8. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
9. Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С. Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод // Плодородие. 2011. №1. С.29-31.
10. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
11. Van Genuchten, M.Th. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J., 1980. Vol.44. P.892-989.
12. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2012. №4(8). С.1-8.
13. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика, 2013. №1. С. 22-29.
14. Терлеев В.В., Нарбут М.А., Топаж А.Г., Миршель В. Моделирование гидрофизических свойств почвы как капиллярно-пористого тела и усовершенствование метода Муалема-Ван Генухтена: теория // Агрофизика. 2014. №2 (14). С.35-44.
15. Kosugi K. Three-parameter lognormal distribution model for soil water retention // Water Resour. Res. 1994. Vol.30. PP.891-901.

УЧЕТ ГИСТЕРЕЗИСА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ
ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМ ПОЛИВОВ

Одна из проблем влияния глобального изменения климата на сельское хозяйство заключается в том, что в зонах земледелия, еще недавно характеризующихся достаточным или избыточным увлажнением, теперь наблюдается тенденция аридизации климатических условий. По этой причине к числу актуальных задач относятся: оценка влияния отмеченной тенденции на природно-ресурсный потенциал территории и агроуправляемые системы [1-3], а также обоснование гидромелиоративного строительства, мониторинг мелиорируемых земель и проведение агроуправляемых мероприятий по адаптации земледелия к изменяющимся условиям климата [4-6]. В этом отношении большое практическое значение имеет обустройство оросительных агроуправляемых систем. Следует отметить, что проведение мероприятий подобного рода наталкивается на обостряющуюся проблему дефицита водных ресурсов.

В практическом ирригационном земледелии широко применяется метод вычисления поливных норм с использованием почвенно-гидрологических констант. Целью данной работы является развитие указанного метода с учетом явления гистерезиса водоудерживающей способности почвы. Здесь рассматривается метод уточненного расчета норм поливов, применение которого обеспечит минимизацию непроизводительного расхода оросительной воды и, следовательно, более рациональное использование водных ресурсов.

Свойство почвы удерживать влагу можно оценивать с помощью показателя, который называется основной гидрофизической характеристикой (ОГХ) почвы. ОГХ формулируется в виде зависимости объемной влажности почвы θ ($\text{см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$) от капиллярного давления (потенциала) почвенной влаги ψ ($\text{см H}_2\text{O}$). Расчет норм полива сводится к вычислению разности между удельным объемом воды, удерживаемой почвой в определенный момент времени перед поливом, и потенциальным запасом продуктивной влаги. Удельный объем удерживаемой почвой влаги определяют либо в полевых условиях, либо оценивают на основе решения уравнения Ричардса. Потенциальный запас продуктивной влаги вычисляют по разности между двумя почвенно-гидрологическими константами НВ (наименьшая влагоемкость почвы) и ВЗ (влажность устойчивого завядания). Указанные константы могут быть определены в полевых условиях и в лаборатории с применением стандартных аналитических методик [7, 8].

Известно, что величина θ принимает значения, превышающие НВ, в течение достаточно короткого промежутка времени, что обусловлено быстрым (в зависимости от влагопроводности почвы [9]) стеканием свободной «гравитационной» влаги из почвы в нижерасположенную толщу грунта. Если величина θ принимает значения, не превышающие ВЗ, то растения утрачивают тургор.

В гидрофизике почв константы НВ и ВЗ относят к значениям величины ψ , которые соответственно равны -330 и -15 000 $\text{см H}_2\text{O}$. Решение уравнения Ричардса позволяет определить глубину почвенной толщи, на которой θ может достигать значения ВЗ, а также – момент времени, когда это может произойти. Ключевую роль в прогнозировании динамики почвенной влаги играет ОГХ. Измерение ОГХ относится к весьма трудоемким процедурам. Поэтому на практике обычно используется только главная ветвь иссушения ОГХ. Вместе с тем, для водоудерживающей способности почвы свойственно явление гистерезиса. Пренебрежение учетом этого явления может приводить к существенным неточностям в

вычислениях запасов продуктивной влаги и, как следствие, – к неминуемым погрешностям в расчетах норм и сроков полива.

На кафедре «Водохозяйственное и гидротехническое строительство» СПбГПУ теоретически обоснована и построена математическая модель гистерезисной ОГХ [10-12], а в Агрофизическом институте разработана компьютерная программа «Hysteresis» [13, 14], которая позволяет экспериментировать с данной математической моделью. Для проведения вычислительного эксперимента с моделью гистерезисной ОГХ в качестве исходной информации были использованы данные из публикаций. Результаты этого эксперимента показали, что разность значений θ для одного и того же значения ψ , равного $-330 \text{ Н}_2\text{О}$, может достигать от 0,42 до 0,20 $\text{см}^3 \cdot \text{см}^{-3}$. Выявленный эффект объясняется тем, что объемная влажность почвы определяется не только капиллярным давлением влаги, но и траекторией предыдущих состояний воды в расчетном почвенном слое, что обусловлено явлением гистерезиса [15].

Из натуральных исследований известно, что изотермы сорбционных равновесий почвенной влаги (т.е. ветви увлажнения ОГХ) проходят ниже изотерм десорбционных равновесий почвенной влаги (т.е. ветвей иссушения ОГХ). По этой причине на любой ветви увлажнения ОГХ величина θ при $\psi = -330 \text{ Н}_2\text{О}$ принимает значения, меньшие по сравнению с соответствующим значением величины θ на главной ветви иссушения ОГХ. Вместе с тем, по действующим правилам расчета норм поливов используется именно значение величины θ на главной ветви иссушения ОГХ. Применение такой нормы полива приводит к состоянию почвенной влаги, которое характеризуется значением $\psi > -330 \text{ Н}_2\text{О}$. Это состояние оказывается неравновесным: избыток влаги стекает в подпочвенную толщу грунта до тех пор, пока ψ не достигнет значения $-330 \text{ Н}_2\text{О}$. При этом создается удельный объем удерживаемой почвой влаги, который будет меньше разности НВ и ВЗ. Этот избыток составляет непроизводительный расход поливной воды. Практики-мелиораторы нередко специально завышают норму полива для того чтобы достичь потенциального (максимально возможного) запаса продуктивной влаги. Для этого им приходится увлажнять почву до состояния полной влагоемкости. Но при этом непроизводительный расход только возрастает.

Отсюда вытекает очевидный вывод о важности учета гистерезиса водоудерживающей способности почвы при прогнозировании гидрологических условий почвы; применение физически обоснованной модели гистерезисной ОГХ, которая реализована в виде компьютерной программы «Hysteresis», позволит существенно повысить точность расчета оросительных норм.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Ленский В.В., Осипов Г.К. Концептуальные основы социально-экономической оценки природно-ресурсного потенциала территории с учетом экологических факторов // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. 1988. №4. С.87-89.
2. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата». СПб.: АФИ, 2012. С.468-472.
3. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
4. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Латышев Н.К. Геоэкологические подходы к разработке информационно-аналитических систем для гидромелиоративного строительства и природообустройства // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №10. С.205-210.
5. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Криулин К.Н., Осипов Г.К., Черняк М.Б. Мониторинг мелиорируемых земель на основе геоинформационных технологий // Мелиорация и водное хозяйство. 1998. №5. С.41-43.

6. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Глядченкова Н.А. Определение водно-физических свойств почв при мелиоративных изысканиях // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. №2. С.18-21.
7. Терлеев В.В. Моделирование обмена, переноса и поглощения фосфора и калия в корнеобитаемом слое почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН. Санкт-Петербург, 2001.
8. Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С. Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод // Плодородие. 2011. №1. С.29-31.
9. Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.
10. Терлеев В.В., Mirschel W., Баденко В.Л., Гусева И.Ю., Гурин П.Д. Физико-статистическая интерпретация параметров функции водоудерживающей способности почвы // Агрофизика. 2012. №4(8). С.1-8.
11. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование главных ветвей иссушения и увлажнения петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // Агрофизика, 2013. №1. С. 22-29.
12. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Миршель В., Гурин П.Д. Моделирование водоудерживающей способности почвы на основе представлений о капиллярном гистерезисе и логнормальном распределении пор по размерам: теория // Агрофизика. 2014. №1. С.9-19.
13. Терлеев В.В., Топаж А.Г. Расчет петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы с использованием программы «HYSTERESIS» и возможность включения в систему «PESTINS» // В сб. «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем»: Материалы 3-го Всероссийского съезда по защите растений. 2013. С.516-520
14. Терлеев В.В., Топаж А.Г., Гурин П.Д. Программа «HYSTERESIS» для расчета сорбционных и десорбционных ветвей петли гистерезиса водоудерживающей способности почвы // В Сб. «Материалы науч. сессии по итогам 2012 года АФИ». СПб.: АФИ, 2013. С.161-166.
15. Величко А.С. Оценка запасов доступной растениям влаги с учетом гистерезисных свойств почвы // XVII Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания». СПб.: СПбГУ, 2014. С.33-36.

УДК 626.8

Г.В.Баденко, Н.В.Соколова, Е.П.Петровская
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Анализ литературных данных показывает, что современная тенденция изменения климата ведет к аридизации климатических условий земледелия. Однако Северо-Западный регион РФ по-прежнему остается в зоне избыточного увлажнения. Поэтому здесь без осушительных мелиоративных систем невозможно обеспечить повышение урожайности сельскохозяйственных растений. Наряду с этим, в настоящее время, например – в Ленинградской области в неудовлетворительном мелиоративном состоянии находится приблизительно 108,9 тыс. га осушаемых земель. Кроме того, фактический износ мелиоративных систем достиг более 70% [1-3]. Тем не менее, именно на таких землях, в первую очередь, следует ожидать позитивных преобразований, направленных на

возобновление производства растениеводческой продукции. Нередко мелиорированные угодья, которые находятся в удовлетворительном состоянии, принадлежат землепользователям на правах собственности и имеют высокую стоимость [4].

Данное исследование проведено с целью анализа возможностей возвращения в сельскохозяйственный оборот земель, агромелиоративные системы которых находятся в неудовлетворительном состоянии, а почвы имеют неблагоприятные агрофизические свойства [5]. При изучении перспектив возвращения мелиорированных угодий в сельскохозяйственный оборот необходимо учитывать, что при строительстве мелиоративных объектов формируется особая природно-техническая система, которая может охватывать значительную территорию, на которой могут располагаться поселения и объекты инженерной инфраструктуры [6, 7].

При выполнении исследования осуществлен поиск многокритериальной задачи отбора земельных участков из общего земельного фонда, реновация которых обеспечивает достижение максимального социально-эколого-экономического эффекта. Для построения комплексной оценки использована теория нечетких множеств [8]. В качестве объекта исследования выбраны мелиорированные угодья в непосредственной близости к Санкт-Петербургу [3]. Каждый участок мелиорации должен оцениваться в отношении экономической целесообразности производства растениеводческой продукции. Для реконструкции необходимо выбрать именно такой мелиорированный участок, инвестиции в который позволят получить максимальный комплексный эффект. Наряду с этим принимаются во внимание альтернативные возможности, например – возведение объектов капитального жилищного строительства. Кроме того, при оценивании учитываются частные критерии: технологические, экологические, а также социальные.

Данная многокритериальная задача решена с использованием интегрированных в среду ГИС алгоритмов оценивания, которые опираются на теорию нечетких множеств с использованием почвенно-гидрофизических моделей и систем имитационного моделирования продукционного процесса сельскохозяйственных культур [9-12]. Данные алгоритмы позволяют получить оценку урожайности агроценозов для веера сценариев изменения климата [13]. При построении комплексной оценки из применяемых критериев образованы комбинации с учетом весов каждого критерия, которые определяются специалистами совместно с инвесторами. Для назначения таких весов широко применяется метод парных сравнений Саати [14].

В заключение отметим, что применение ГИС-технологий совместно с почвенно-гидрофизическими моделями, имитационными системами прогнозирования урожайности агроценозов, а также с алгоритмами теории нечетких множеств является относительно новым подходом. Как результат данного исследования предлагается описание такого подхода к оцениванию мелиорированных угодий, которые рассматриваются как объекты инвестирования для извлечения прибыли в агропроизводстве.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.468-472.
2. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем//Природообустройство. 2013. №3. С.32-37.
3. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Криулин К.Н., Осипов Г.К., Черняк М.Б. Мониторинг мелиорируемых земель на основе геоинформационных технологий // Мелиорация и водное хозяйство. 1998. №5. С.41-43.

4. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Латышев Н.К. Оценка биоэнергетического потенциала неиспользуемых мелиорированных угодий // В сборнике «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата»: Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Агрофизического НИИ. 2012. С.464-467.
5. Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С. Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод // Плодородие. 2011. №1. С.29-31.
6. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Латышев Н.К. Геоэкологические подходы к разработке информационно-аналитических систем для гидромелиоративного строительства и природообустройства // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №110. С.205-210.
7. Ряков Е.А. Развитие мелиоративных систем Северо-Западного региона РФ: планирование инвестиций // Материалы Международной научной конференции «XVII Докучаевские молодежные чтения». СПб.: СПбГУ, 2014. С.60-63.
8. Kurtener D., Badenko V. A GIS methodological framework based on fuzzy sets theory for land use management // J. Braz. Comp. Soc., 2000, vol.6 no.3. pp:26-35.
9. Badenko V., Terleev V., Topaj A. AGROTOOL software as an intellectual core of decision support systems in computer aided agriculture // Applied Mechanics and Materials. 2014. v. 635-637. pp. 1688-1691.
10. Тарасевский Ф.Г., Баденко В.Л. Оценка земельного участка с дренажными системами для их восстановления // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 3 (18). С. 145-152.
11. Терлеев В.В. Математическое моделирование в почвенно-гидрологических и агрохимических исследованиях. Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. 104с.
12. Баденко В.Л. Анализ экологических рисков в ГИС на основе нечетких множеств // Информация и космос. 2013. №3. С. 78-84
13. Баденко В.Л., Баденко Г.В., Терлеев В.В., Латышев Н.К. ГИС-технологии в информационном обеспечении системы имитационного моделирования Agrotool // Агрофизика. 2011. №3. С.1-5.
14. Malczewski J. GIS and multicriteria decision analysis. New York: Wiley&Sons, 1999. 392p.

УДК 556.072: 532.5.074

А.С.Величко, Т.Н.Кучурина
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО НЕДОПУЩЕНИЮ ОТЛОЖЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ В ОТКРЫТЫХ ЭЛЕМЕНТАХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ АЭС

В настоящее время многие страны размещают атомные станции на морских побережьях, используя в системах охлаждения морскую воду [1]. Перечислим причины этого:

1. Пресная вода является важным природным ресурсом, что определяет усилия по ее количественному рациональному использованию и защите качества. Поэтому нежелательно использовать ее для охлаждения реакторов АЭС.

2. В отличие от тепловых электростанций, размещение атомных не зависит от местоположения источника топлива, а определяется, во-первых тем, где необходима энергия, а во вторых наличием воды для охлаждения.

В 2011 г. около 40% действующих атомных реакторов в мире (179 из 454) использовали для охлаждения морскую воду [2]. США 20 из 104, Канада 1 из 22, Китай 12 из 13, ряд стран используют для охлаждения исключительно морскую воду: Япония – 48, Корея – 21, Великобритания – 19, Тайвань – 6. Предположительно, число атомных реакторов,

использующих для охлаждения морскую воду, будет увеличиваться. Также растет число ТЭС, на которых для охлаждения используют морскую воду.

Преимущества охлаждающих систем водоснабжения АЭС, использующих морскую воду, заключается в следующем: 1) экономия значительного объема пресной воды; 2) наличие достаточного количества воды для целей охлаждения; 3) лучшие условия отвода большого количества тепла, образующегося при охлаждении за счет объема воды в морских акваториях, и лучший водообмен за счет приливно-отливных процессов и волнению.

Однако необходимо отметить, что названные в пункте 3 факторы требуют серьезной проработки, так увеличение температуры, может привести к эвтрофикации прибрежной зоны; приливно-отливные, волновые явления и прибрежные течения ведут к значительным колебаниям уровня и взмучиванию наносов в прибрежной зоне с последующим возможным отложением в водоприемных и водопроводящих сооружениях системы охлаждения. Эти вопросы обязательно должны быть рассмотрены и учтены в ходе предпроектных научно-исследовательских и проектных работах, также как наличие в морской воде водорослей, моллюсков и микрофлоры.

Содержащиеся в морской воде взвешенные наносы, как правило, не представляют опасности в виде гидроабразивного износа для технологического оборудования и трубопроводов систем охлаждения. Это позволяет проектировщикам отказаться от использования дорогостоящих и занимающих большие площади отстойников для осветления воды. Однако в открытых водозаборных и водопроводящих сооружениях охлаждающих систем водоснабжения, вследствие сложной геометрии потока и малых (меньше незаиляющей для материала наносов) скоростей, существует возможность отложения взвешенных наносов.

При длительной непрерывной эксплуатации, что предусмотрено технологическими условиями, объем осадка может ограничить пропуск необходимого расхода до такой степени, что станет причиной невозможности выполнения системой охлаждения своих функций. Кроме того, мелкодисперсные взвешенные наносы подвержены процессу коагуляции, что в результате изменения физико-химических свойств может привести к консолидации осадка и последующему его уплотнению.

Для ликвидации отложений предлагается периодическая, не допускающая возникновения аварийной ситуации, очистка каналов и приемных камер насосных станций от наносов водолазами с помощью ручных гидромониторов и мини-земснарядов с удалением пульпы грязевыми насосами. В этом случае необходимо определить интенсивность и места заиления при различных гидравлических режимах работы сооружений.

Другим, более эффективным, способом защиты от заиления является использование специальных мероприятий по недопущению отложения взвешенных наносов в элементах охлаждающих систем. Оптимальным решением задачи является комбинация особого режима маневрирования насосами (определенная периодичность их включения и выключения) и принудительное увеличение местных скоростей за счет использования побудительных гидравлических или воздушных струй и завес.

В обоих случаях, лучшим методом для определения интенсивности и наиболее опасных участков отложения наносов является физическое моделирование гидравлических явлений, имеющих место в водозаборных и водопроводящих сооружениях на основе теории подобия и размерностей [3-5].

С целью обоснования проектных решений водозаборных и водопроводящих сооружений, строящейся АЭС, методом физического моделирования были проведены исследования взвесенесущих потоков по определению отложения наносов и разработки мероприятий по их недопущению и/или ликвидации.

В качестве исходных данных были заданы:

- геометрические размеры сооружения (3D – модель здания насосов охлаждающей воды ответственных потребителей АЭС),
- режим работы элементов охлаждающей системы водоснабжения,
- максимальные и минимальные уровни и расходы в системе,
- средняя, максимальная и минимальная мутность на входе в систему,
- гранулометрический состав и гидравлическая крупность взвешенных наносов,
- скорость начала трогания частиц (агрегатов) осадка взвешенных наносов.

В ходе обоснования методики моделирования были определены числа подобия (F_r – Фруда, Re – Рейнольдса, Eu – Эйлера) и масштабные коэффициенты прототипа и модели (линейный, скорости, размера взвешенных наносов). Методика исследований рассмотрена в работах [4, 6].

В результате экспериментов на созданной физической модели сооружений было установлено, что отложение наносов при отсутствии мероприятий по их предупреждению происходит при всех гидравлических режимах работы системы. С учетом технологических требований проверки резервных насосов был разработан график их включения-выключения, который позволил минимизировать отложения наносов в приемных камерах насосов. В результате работы насосов происходит размыв отложений на некоторой площади под всасывающими патрубками.

Для недопущения и ликвидации осаждения наносов по всей площади здания насосов было предложено использование устройств, для создания: 1) взмучивающих струй, 2) водных или воздушных завес под забральной стенками или в тупиковых участках сооружения.

Принцип работы первого устройства заключается в создании струи, выходная скорость которой равна или превышает размывающую для данного материала. По мере затухания скорости эффект устройства снижается, и требуется установка следующего. Необходимое количество устройств зависит от параметров создаваемой струи и технических возможностей подачи необходимого расхода к устройствам.

При создании завесы вторым устройством происходит сжатие струи под забральной стенкой или на входе в камеру насосов и соответственно увеличиваются скорость течения и транспортирующая способность потока. Эффективность мероприятия, также как в первом случае зависит от расхода в устройстве и гидравлических параметров струи.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дэвинс Д. Энергия: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1985. 360с.
2. Simon Roger. Nuclear power stations and reactors operational around the world: listed and mapped, <http://www.guardian.co.uk/news/datablog/2011/mar/18/nuclear-reactors-power-stations-world-list-map>. Accessed March 18. 2011.
3. Леви И.И. Моделирование гидравлических явлений. Л.: Энергия, 1967. 235с.
4. Михалев М.А. О двух случаях приближенного физического моделирования гидравлических явлений // Гидротехническое строительство. 2007. № 5. С.50-55.
5. Михалев М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Техническая физика». СПб.: Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т, 2008. 442с.
6. Арефьев Н.В., Зотов К.В., Казарин А.М. и др. Физическая модель процессов отложения и смыва наносов в водозаборных сооружениях АЭС // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2003. № 2. С.81-89.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФFUЗНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Интенсификация сельскохозяйственного производства, начавшаяся в 50-е годы XX века, привела к ускоренному развитию агрохимии и резкому увеличению доз вносимых минеральных удобрений, а чуть позже, и пестицидов. Таким образом, в последние десятилетия сельское хозяйство стало рассматриваться как один из важнейших источников загрязнения окружающей среды. Исследование переноса, трансформации и накопления загрязняющих веществ в почвах и водных объектах в результате сельскохозяйственной деятельности в настоящее время является важной задачей разработки природоохранных мероприятий [1, 2].

Наиболее эффективным инструментом изучения неточечного сельскохозяйственного загрязнения в настоящее время признано математическое (имитационное) моделирование [3] как основа методологии системных исследований. Одним из важнейших аспектов методологии системных исследований является их организация в рамках имитационной модели как основной структуры всей системы получения знаний [4].

Природно-аграрная система [5, 6] является весьма сложной и состоит из взаимосвязанных и взаимовлияющих подсистем: агрономической, гидрологической, экологической и экономической. Изучение отдельных элементов является необходимым, но не достаточным условием для понимания и управления всей системой. В практическом плане это означает получение данных о параметрах системы и конструирование соответствующих математических отображений протекающих в системе процессов, которые влияют на качество окружающей среды.

В качестве пространственного уровня моделирования целесообразно выбрать локальный водосбор, т.к. он имеет конкретные физические границы. Факторы, определяющие вынос химических загрязнений с сельскохозяйственного водосбора (рис. 1), делятся на а) детерминированные (контролируемые): сроки, дозы и способы внесения пестицидов и удобрений, а также – агротехнологии [7] и б) стохастические (неконтролируемые), например – климат. Неконтролируемые факторы определяют стохастический отклик природно-аграрной системы в виде сельскохозяйственной продукции, почвенной эрозии, накопления и выноса загрязнений.

Можно выделить следующие уровни применения моделей сельскохозяйственных диффузных источников загрязнения:

1. Обзор. Обзорные модели позволяют оценить главные направления природоохранной политики, такие как идентификация потенциально опасных (с точки зрения загрязнения окружающей среды) территорий на государственном или региональном уровне. Эти модели необходимы для долгосрочного осредненного прогнозирования и управления крупными географическими регионами.

2. Планирование. Модели планирования предназначены для разработки главных, стратегических путей контроля, необходимых для управления, выявленными обзорными моделями, неустойчивыми по отношению к загрязнениям территориями [8, 9].

3. Оценка и проектирование. Эти модели осуществляют переход от основных положений планов контроля (основанных на требованиях, которые предъявляются к качеству воды) к технологиям управления, оптимальным как с агрономической, так и с природоохранной точек зрения. Моделирование в большей степени ориентировано на учет

нагрузки и производства продукции. В этом случае могут быть выбраны технологии, которые согласуются с результатами планирующихся природоохранных мероприятий и с требованиями сельскохозяйственного производства.

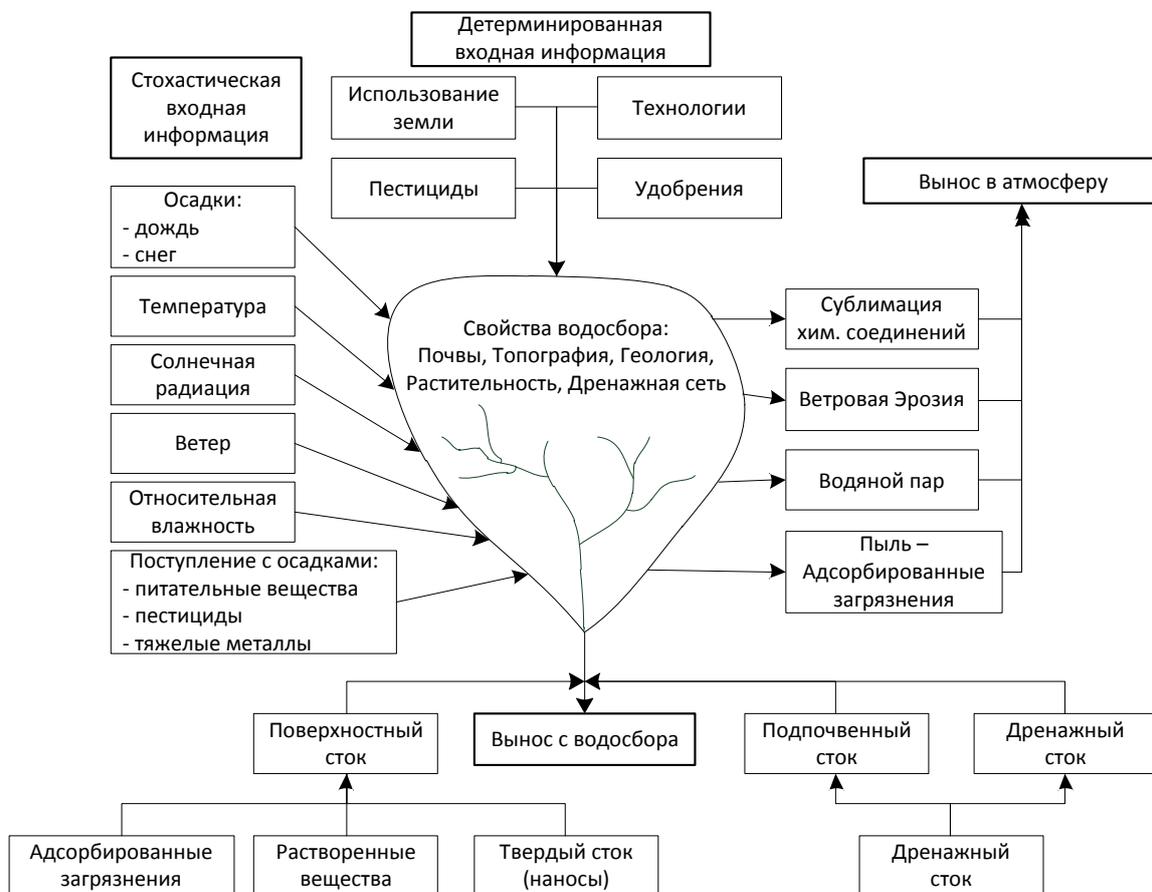


Рис.1. Факторы, влияющие на вынос загрязнений с сельскохозяйственного водосбора

4. Всесторонний анализ. Научно-исследовательские модели должны обладать высокой пространственно-временной детализацией рассматриваемых процессов для контроля и управления качеством воды. Использование сложных исследовательских моделей может специфицировать инструкции по применению пестицидов и удобрений относительно особенностей водосбора и расстояния до водоприемника, или обусловить нормы, сроки и способы внесения, а также выбор оптимальных (с точки зрения производства продукции и защиты окружающей среды) технологий.

Моделирование диффузных источников загрязнения на осушаемых землях требует дополнительного учета влияния дренажа на массоперенос, трансформацию и аккумуляцию загрязняющих веществ в почвах и водных объектах. При отсутствии дренажа вынос химических веществ с сельскохозяйственных полей осуществляется, главным образом, за счет поверхностного стока и эрозии почвы. Эти процессы, как правило, быстротечны, что позволяет не учитывать процессы трансформации, скорость протекания которых невысока. Напротив, доля вещества, которая с инфильтрационным потоком выносится в нижние горизонты почвы (вследствие низких скоростей переноса) участвует в цикле трансформации вещества. При этом может происходить их накопление в почве, а также загрязнение залегающих ниже грунтовых вод.

Строительство и эксплуатация осушительных систем всегда вызывает изменение первоначального состояния сельскохозяйственных земель. Это изменение заключается в следующем: а) перераспределение стока, б) изменение физических свойств почв, в) снижение уровня грунтовых вод. Перераспределение стока заключается в том, что изменяется водный баланс территории: уменьшается поверхностный сток, объем подпочвенного стока увеличивается и, в конечном счете, трансформируется в дренажный сток. В результате уменьшаются максимальные паводковые расходы в водоприемниках, а сам паводок растягивается во времени. Дренаж увеличивает объем инфильтрации, водопроницаемость почв и изменяет режим влажности почвы в течение года. Эти факторы оказывают влияние на физические свойства почвы, такие как плотность сложения, пористость, водоудерживающая способность и влагопроводность почвы [10]. Перечисленные изменения сказываются на круговороте различных элементов и соединений в окружающей среде. Изменяются а) скорость миграции растворенных в воде веществ, б) объем веществ, аккумулируемых почвой и выносимых с сельхозугодий поверхностным и дренажным стоками, в) аэробные/анаэробные условия и т.д. Эти процессы имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Для сельскохозяйственного водосбора (отдельного с.-х. поля), рассматриваемого как диффузный источник загрязнения, дренажные выпуски представляют собой - точечные, а процессы массопереноса могут рассматриваться как фильтрация в трещиноватых почвах.

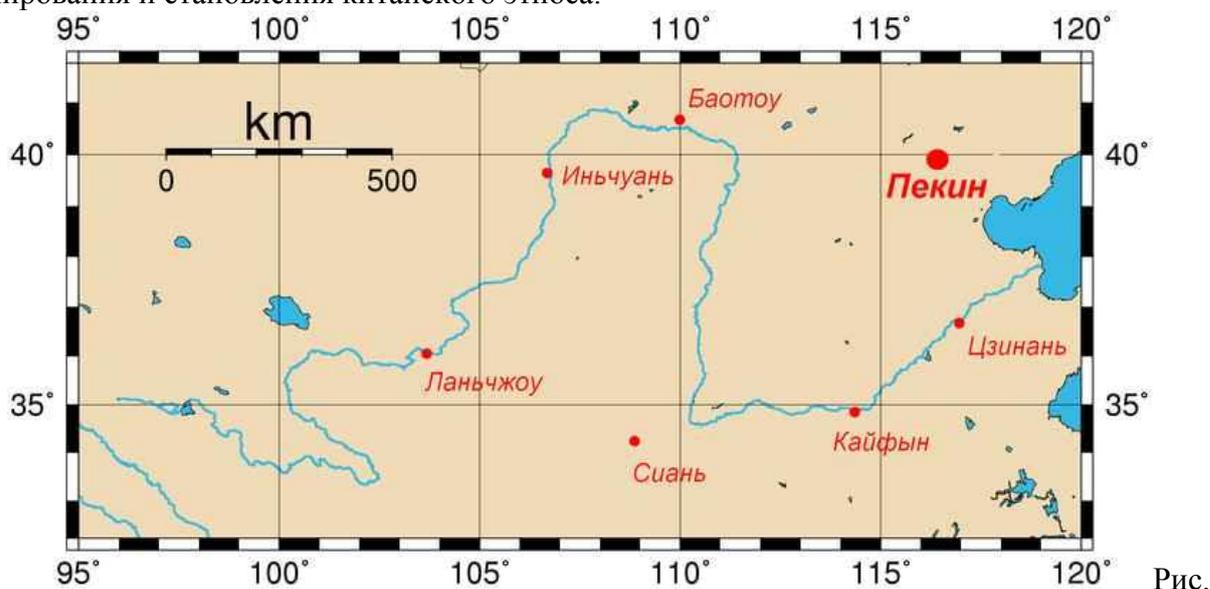
Главную сложность в моделировании дренажа представляет определение граничных условий на дрене, следовательно, – приточность к дрене. Необходимо отметить, что закрытые осушительные системы, при условии снижения отрицательного влияния дренажа (например, проведением природоохранных мероприятий – внедрением мелиоративных систем двухстороннего регулирования, обустройством прудов-отстойников и рассеянных выпусков и т.д.), могут служить инструментом для защиты окружающей среды от загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Agricultural Management and Water Quality. Iowa State University Press. 1983. 472p.
2. Даишев Ш.Т. Геоэкологические основы охраны и воспроизводство водных ресурсов на мелиорированных сельскохозяйственных водосборах [Электронный ресурс]: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 25.00.36 / Ш.Т. Даишев; Санкт-Петербургский государственный технический университет. Электрон.текстовые дан. (1 файл: 1,99 Мб). Санкт-Петербург, 2001. Электрон. версия печ. публикации.
3. Пачепский Я.А. Математические модели в мелиорируемых почвах. М.: МГУ, 1992.65 с.
4. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: СПбГУ, 2006. 396с.
5. Управление природно-техногенными комплексами: Введение в экоинформатику: Учеб. пособие/ Н.В. Арефьев, В.Л. Баденко, К.В. Зотов и др. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. 252 с.
6. Арефьев Н.В., Бреусов В.П., Осипов Г.К. Основы формирования природно-аграрных систем. Теория и практика. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2011. 533 с.
7. Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Терлеев В.В. Детерминированные модели поведения пестицидов в почве. Методология построения, структура, принципы использования: Науч. Издание. СПб - Пушкин: ВИЗР РАСХН, 1999. 92 с.
8. Арефьев Н.В., Венкель К.-О., Миршель В., Баденко В.Л., Терлеев В.В., Волкова Ю.В. Комплексная оценка агромелиоративных систем для планирования их реконструкции // Материалы Международ. конф., посвящен. 80-летию АФИ. 2012. С.468-472.
9. Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Волкова Ю.В., Терлеев В.В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем //Природообустройство 2013. №3. С.32-37.
- 10.Банкин М.П., Заславский Б.Г., Терлеев В.В. Автоматизированная система определения влагопроводности почв // НТБ по агрономической физике. 1988. Т.72. С.33-36.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ ХУАНХЭ

Хуанхэ – одна из крупнейших рек Азии [1, 2]. В переводе с китайского языка ее название — «Жёлтая река», что связано с обилием содержания в воде взвешенных наносов, придающих желтоватый оттенок ее водам. Насысы поступают в реку вследствие смыва лёссовых грунтов, широко распространенных на площади ее водосбора. Именно благодаря им море, в которое впадает река, называется Жёлтым. Бассейн Хуанхэ считается местом формирования и становления китайского этноса.



1. Бассейн р. Хуанхэ

Хуанхэ берёт начало в восточной части Тибетского нагорья на высоте свыше 4000 м над уровнем моря, протекает через озёра Орин-Нур и Джарин-Нур, отроги горных массивов Куньлунь и Наньшань. При пересечении Лёссового плато в среднем течении река образует большую излучину. Далее через ущелья Шаньсийских гор она выходит на Великую Китайскую равнину в пределах, которой её длина равна приблизительно 700 км. Впадает в Бохайский залив Жёлтого моря, формируя в районе впадения дельту. По разным данным длина реки оценивается от 4670 км до 5464 км, а площадь её бассейна – от 745 тыс. км² до 771 тыс. км².

Средний расход воды в реке составляет приблизительно 2000 м³/с. Река имеет муссонный режим питания с летним половодьем, во время которого происходит подъём уровня воды до 5 м на равнинах и до 20 м – в горах.

Воды Хуанхэ в прежние времена активно использовались для орошения сельскохозяйственных угодий (преимущественно в нижнем течении и на равнине Хэтао). В настоящее время на реке сооружён каскад гидроэлектростанций. Посредством Великого канала соединена с рекой Янцзы.

Хуанхэ судоходна на отдельных участках, главным образом на Великой Китайской равнине. Долина Хуанхэ густо заселена. Среди городов, расположенных по её берегам,

крупнейшими являются Ланьчжоу, Иньчуань, Баотоу, Лоян, Чжэнчжоу, Кайфэн, Цзинань (рис. 1).

В настоящее время вследствие развития промышленного производства и с ростом городов наблюдается интенсивное загрязнение вод реки Хуанхэ. Так, в 2008 года был опубликован доклад о состоянии вод реки Хуанхэ, в котором утверждалось, что серьёзное загрязнение сделало одну треть реки непригодной даже для сельскохозяйственного или промышленного использования. Такое загрязнение происходит из-за сброса в реку отходов заводов и фабрик и увеличения объёмов сточных вод от быстро растущих городов [3-6]. Исследованиями была охвачена большая часть самой реки и её притоков. Выявлено, что приблизительно в пределах одной третьей части длины реки загрязнение её вод оказалось хуже, чем пятый уровень. Согласно критериям окружающей среды, используемым ООН, вода пятого уровня является непригодной для питья, промышленного и даже сельскохозяйственного использования. В докладе говорится, что объём отходов и сточных вод, сбрасываемых в систему реки, достиг 4.29 млрд. тонн/год. Промышленность и сельскохозяйственное производство сбросили в реку 70 % всех загрязняющих веществ, домашние хозяйства - 23 % и не более 6 % другие источники.

Таким образом, проблема очистки сточных вод является в настоящее время актуальной для КНР, в том числе – для бассейна р. Хуанхэ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хуанхэ. Энциклопедический словарь Брокгауза и Эфрона в 86 томах, т. 82. СПб.: 1890-1907.
2. Муранов А.П. Река Хуанхэ (Жёлтая река). Л.: Гидрометеорологические из-во, 1957. 88 с.
3. Михалев М.А. Инженерная гидрология. СПб, СПбГПУ, 2003, 360 с.
4. Федоров М.П., Шилин М.Б., Ролле Н.Н. Экология для гидротехников. СПб, Изд-во ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева и СПбГТУ, 1992. 80с.
5. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов. СПб: Гидрометеоздат, 1993. 277с.
6. Арефьев Н.В., Бреусов В.П., Осипов Г.К. Основы формирования природно-аграрных систем. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011, 532 с.

УДК 556,531(222,247,131)

М.А.Михалев, Ли Цзяжу

(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

РЕКА ЯНЦЫ И ЕЕ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Янцзы – «Длинная река» – самая длинная и многоводная река Евразии, третья река в мире по полноводности и по длине. Протекает по территории Китая, имеет длину около 6300 км, площадь бассейна – 1 808 500 км² [1, 2].

Бассейн Янцзы покрывает примерно пятую часть территории Китая, там проживает около трети всех жителей страны. Наряду с Хуанхэ, Янцзы является важнейшей рекой в истории, культуре и экономике Китая. Процветающий регион Дельта Янцзы производит до 20 % ВВП Китая. ГЭС «Три ущелья» на реке Янцзы является крупнейшей гидроэлектростанцией в мире. Река является важной разделительной линией между Севером и Югом Китая.

Река Янцзы протекает через большое количество экосистем и сама является средой обитания нескольких исчезающих видов, включая китайских речных дельфинов (ныне вымерших), китайских аллигаторов и корейских осетров. Некоторые участки реки в настоящее время охраняются как заповедники. Участок Янцзы на западе провинции Юньнань, где река течёт через глубокие ущелья, является частью национального парка «Три параллельных реки», входящего в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.



Рис. 1. Бассейн реки Янцзы

Исток Янцзы расположен к западу от горы Геладандун Тангла в восточной части Тибетского нагорья на высоте около 5600 м над уровнем моря. Река протекает через южные области провинции Цинхай, а затем поворачивает к югу и по глубокой долине, служащей границей между Сычуанью и Тибетом, достигает провинции Юньнань. В этой долине, расположенной в Сино-Тибетских горах, происходит основной сброс высоты - с 5 тыс. до 1 тыс. м. Здесь река несколько раз меняет направление и образует глубокие ущелья, такие как Ущелье Прыгающего Тигра (рис. 1).

Навигация речных судов начинается от уезда Шуйфу провинции Юньнань. Ближе к городу Ибинь, который расположен на входе реки в Сычуаньскую котловину, река опускается до высоты 305 м, а возле города Чунцин высота реки относительно моря составляет 192 м. Протекая через Сычуаньскую котловину, Янцзы сливается с крупными притоками Миньцзян и Цзялинцзян, которые существенно увеличивают её объём. На 320-километровом участке от Чунцина до Ичана Янцзы сбрасывает высоту до 40 м, протекая по глубоким ущельям, которые известны своей красотой и сложностью навигации. Пробиваясь далее через горы Ушань, река служит естественной границей между провинциями Чунцин и Чубэй и образует знаменитые «Три ущелья» («Санься»). В этом районе построено крупнейшее в мире гидроэнергетическое сооружение «Санься». Миновав каньон «Три ущелья», Янцзы выходит на Цзянханьскую равнину центрального и восточного Хубэя. Здесь он пополняется водами многочисленных озёр, самое крупное из которых - Дунтин, располагается на границе провинций Хунань и Хубэй. В столице Хубэя, городе Ухань, Янцзы сливается со своим крупнейшим притоком – рекой Ханьшуй. В северной части провинции Цзянси Янцзы принимает воды крупнейшего в Китае пресноводного озера Поянху. Затем река протекает через провинции Аньхой и Цзянсу и, наконец, впадает в Восточно-Китайское море около Шанхая. Нижнее течение Янцзы проходит через южную часть Великой Китайской равнины, где река часто делится на рукава, при этом ширина основного русла достигает 2 и более км. В районе впадения Янцзы формирует масштабную

дельту площадью около 80 тыс. км². Четыре из пяти крупнейших пресноводных озёр Китая имеют сток в Янцзы.

Официальное описание реки Янцзы сообщает, что желтый цвет её вод обусловлен большим количеством примесей. Сток твердых веществ в год превышает 280 миллионов тонн. По этой причине дельта прогрессивно разрастается приблизительно на 1 км каждые 40 лет. Приливы Восточно-коре́йского моря заходят в водную артерию на 700 км. Режим реки Янцзы – муссонный. В былые времена на равнинах в летнее время вода поднималась до 15 м, а в Сычуаньской котловине могла превысить нормальный уровень на 20 м. Озера Дунтинху и Поянху принимают в себя воды, но это не решает проблем полностью. Наиболее сильные наводнения: два в XIX веке (1870 и 1898 года) и четыре в XX (1931, 1949, 1954, 1998). Для защиты от половодья создана система дамб, которая простирается более чем на 2,7 тыс. км. На Янцзы построены две плотины – Гэчжоуба и «Три ущелья», третья только строится, кроме того, еще три находятся в стадии проектирования.

Река Янцзы страдает от промышленных загрязнений. В нее каждый год сбрасывают до 30 млрд. тонн отходов. В водах аккумулируются сотни вредных и токсичных продуктов [3-6]. Принимаемые правительством меры не приносят ощутимого эффекта. Река уже несколько лет находится в чрезвычайно опасном состоянии. В Янцзы сбрасывают более 300 различных веществ, и с каждым годом эта цифра неуклонно возрастает. На берегах расположены более 400 тысяч промышленных предприятий, из которых 7 – масштабные нефтеперерабатывающие заводы, 5 – крупнейшие металлургические комплексы и нефтехимические базы. На реке построено множество очистительных сооружений, но из-за недостаточного финансирования нормально функционируют лишь 30 %. Последние данные исследований воды в Янцзы сообщают, что в ней содержится множество тяжелых металлов. Цифра в сто раз превышает норму.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Грум-Гржимайло Г.Е. Янцзы. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона в 86 томах. СПб.: т.82. С.1890-1907.
2. Муранов А.П. Река Янцзы. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 122с.
3. Михалев М.А. Инженерная гидрология. СПб.: СПбГПУ, 2003. 360с.
4. Федоров М.П., Шилин М.Б., Ролле Н.Н. Экология для гидротехников. СПб, Изд-во ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева и СПбГТУ, 1992. 80 с.
5. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов. СПб.: Гидрометеиздат, 1993, 277с.
6. Арефьев Н.В., Бреусов В.П., Осипов Г.К. Основы формирования природно-аграрных систем. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 532с.

УДК 626:624.133/.138

А.С.Величко, К.В.Зотов
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

«САМОЗАЛЕЧИВАНИЕ» ТРЕЩИН ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

Противофильтрационные элементы являются составной частью большинства грунтовых плотин [1, 2]. Их назначение – уменьшить фильтрационные потери воды через тело плотины, а также повысить устойчивость низового откоса. Основные противофильтрационные устройства в теле плотины - ядра, экраны, диафрагмы. Для их

создания применяют суглинки, глины, глинобетон, находят применение и битумные составы, асфальтобетон, бетон и полимерные пленки, а в последние годы еще в виде инъекционных завес. Наибольшее распространение получили плотины с центральным ядром, поскольку в этом случае объем плотины, а также ее стоимость являются минимальными [3].

Одним из вариантов выполнения противofильтрационного элемента грунтовой плотины может быть метод «стена в грунте» из глиноцементобетонных буросекущих свай. В процессе эксплуатации в теле свай могут образовываться сквозные трещины. Это вызывает возникновение сосредоточенного фильтрационного потока, что может привести к аварийным ситуациям. Как указывается в [4], «образование трещин в ядре или экране - наиболее опасная форма деформации плотин, так как вызывающие их факторы весьма разнообразны, менее изучены, следовательно, трудноуловимы. Поэтому для установления как причин их возникновения, так и способов залечивания требуются большие исследовательские работы».

Для ликвидации потенциальных трещин предлагается метод «самозалечивания» трещин. При этом «самозалечивание» трещин должно быть обеспечено подбором состава обратного фильтра [5]. Суть метода заключается в кольматации (замыве) трещины материалом обратного фильтра, поступающего в трещину под действием фильтрационного потока. При этом главной задачей является определение гранулометрического состава материала контактного слоя обратного фильтра, обеспечивающего самозалечивание трещин.

Рассмотрим процесс кольматирования трещины. Представим себе, что в ядре или диафрагме плотины вдоль сечения $n-n$, расположенного на глубине h_1 под уровнем верхнего бьефа (рис. 1), возникла сквозная трещина с раскрытием, равным δ . Очевидно, что при наличии на верховой грани ядра песчаного фильтра данная трещина будет заполняться песком, «затягиваемым» в трещину фильтрационным потоком.

Глубина проникновения песка в трещину $l_{\text{МАКС}}$ может быть определена из отношения:

$$l_{\text{МАКС}} = (h_{\text{В}} - h_{\text{Т}}) / I_{\text{Н}}, \quad (1)$$

где: $h_{\text{В}}$ – величина напора в устье трещины;

$h_{\text{Т}}$ – величина напора внутри незаполненного песком участка трещины;

$I_{\text{Н}}$ – критический градиент напора, при котором начинается перемещение песка в трещине.

Пренебрегая потерями напора в незаполненной песком части трещины, также можем определить:

$$h_{\text{Т}} = q \frac{\ln(2T_3/\delta)}{\pi k_3}, \quad (2)$$

где: T_3 – толщина слоя фильтра на низовой грани ядра;

k_3 – коэффициент фильтрации данного слоя.

Подставляя значения $h_{\text{В}}$ и $h_{\text{Т}}$ в формулу (1), получим

$$l_{\text{МАКС}} = \frac{1}{I_{\text{Н}}} \left[h_1 - \frac{q}{\pi} \left(\frac{\ln(2T/\delta)}{k_1} + \frac{\ln(2T_3/\delta)}{k_3} \right) \right] = \frac{h_1 - a^* q}{I_{\text{Н}}}, \quad (3)$$

$$\text{где } a^* = \frac{1}{\pi} \left(\frac{\ln(2T/\delta)}{k_1} + \frac{\ln(2T_3/\delta)}{k_3} \right).$$

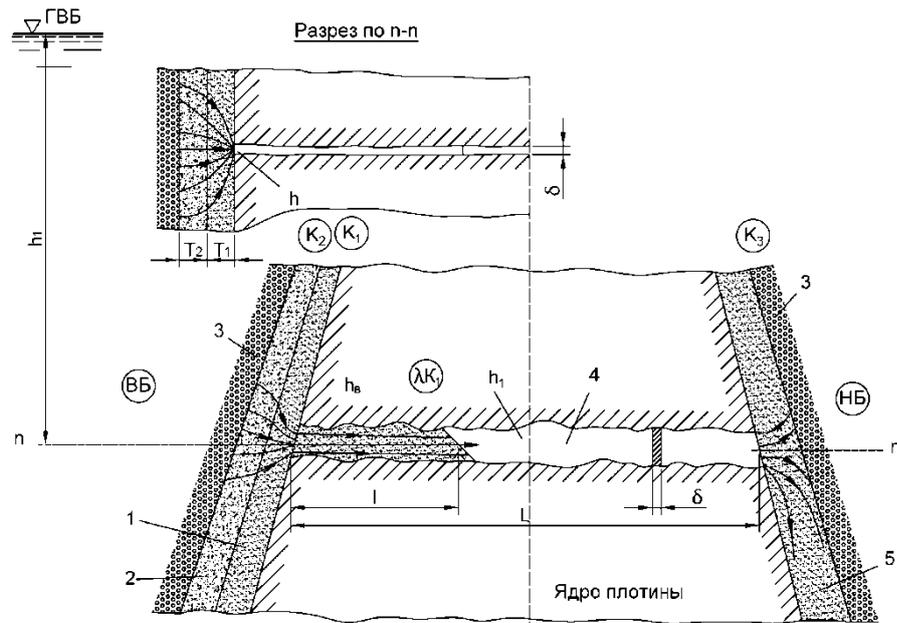


Рис.1. Расчетная схема кольматажа песком сквозных трещин в ядре (диафрагме) плотины:

1. – первый песчаный слой обратного фильтра на верхней грани ядра; 2. – песчано-гравийный слой фильтра; 3. – упорные призмы плотины; 4. – сквозная трещина. 5. – обратный фильтр на низовой грани ядра.

Примем во внимание, что скорость фильтрации в заполненной песком трещине

$$v = \lambda k_1 I_l = \frac{q}{\delta}, \quad (4)$$

где: λ – коэффициент, учитывающий более высокую проницаемость рыхлого заполнителя трещины по сравнению с проницаемостью песка в фильтре;

I_l – величина градиента напора в пределах заполненного песком участка трещины.

Тогда, выразим величину

$$q = \lambda k_1 \delta I_l \quad (5)$$

и, поставив ее в формулу (3), найдем:

$$l_{\text{МАКС}} = \frac{h_1}{I_H} - \frac{\lambda k_1 \delta}{\pi} \left(\frac{\ln(2T/\delta)}{k_1} + \frac{\ln(2T_3/\delta)}{k_3} \right) = \frac{h_1}{I_H} - \lambda k_1 \delta a^*. \quad (6)$$

Учитывая, что в рассматриваемом случае $k_1 \sim k_2 = k_3$ и $T = T_3$, формулу (6) можно упростить и представить в виде

$$l_{\text{МАКС}} = \frac{h_1}{I_H} - \frac{\lambda \delta}{\pi} \ln \left(\frac{2T}{\delta} \right)^2. \quad (7)$$

Оценивая величину второго члена в правой части формулы (7), учитывающего потери напора в слоях фильтра, находим, что она пренебрежимо мала по сравнению с правым членом, в связи с чем:

$$l_{\text{МАКС}} \approx \frac{h_1}{I_H}. \quad (8)$$

Из формул (7) и (8) следует весьма важный вывод: глубина проникновения песка по сквозным трещинам в ядре (диафрагме) плотины (в том случае, если такие трещины

возникнут) практически не зависит от их раскрытия, толщины и проницаемости фильтров [6].

Таким образом, можно предположить, что сквозные трещины будут кольматироваться песком из грунтового слоя, расположенного на верхней грани диафрагмы, поскольку средний градиент напора в противofильтрационном элементе в два-три раза превосходит критическую его величину I_n [7]. При этом толщина слоя должна быть рассчитана исходя из возможности заполнения песком трещин без нарушения сплошности фильтра в целом. Соответствующими конструктивными мероприятиями, например, устройством на нижней грани ядра (диафрагмы или экрана) плотины специально подобранных фильтров, задерживающих частицы материала залечивающего слоя, можно полностью предотвратить его вынос в поры грунта нижней призмы плотины.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рассказов Л.Н., Орехов В.Г., Анискин Н.А. Гидротехнические сооружения (речные) Часть 1. Учебник для вузов. 2-е издание, исправленное и дополненное. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. 576с.
2. Чугаев Р.Р. Гидротехнические сооружения. Учеб.пособие для студ. гидротехн. спец. вузов. В 2-х ч. 2-е изд., перераб. и доп. Ч. I. Глухие плотины. М.: Агропромиздат, 1985. 318с.
3. Гольдин А.Л., Рассказов Л.Н. Проектирование грунтовых плотин. Учеб. Пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1987. 304с.
4. Айрапетян Р.А. Проектирование каменно-земляных и каменнонабросных плотин, Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1975. 328с.
5. СНиП 2.06.05 – 84 Плотины из грунтовых материалов.
6. Руководство по расчету фильтрационной прочности грунтовых сооружений и их оснований. ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 1995.
7. Жиленков В.Н. Водоупорные свойства грунтов ядер и экранов высоких плотин. Л.: Энергия, 1988.

УДК 711.6

Аль Джбури Маад Фарук, А.Д.Горбовская
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ОРГАНИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ САДОВО-ПАРКОВОГО ПРОЕКТА

Озелененное и благоустроенное пространство городской среды является многофункциональным. Каждый элемент городской системы озеленения и благоустройства выполняет следующие функции: участвует в организации территории и формировании архитектурно-художественного облика населенного пункта; обеспечивает рекреационные потребности населения; защищает от производственного, транспортного и других шумов, от выхлопных газов и пыли; регулирует температурно-влажностный, радиационный и ветровой режимы.

Работы по садово-парковому строительству, реконструкции, реставрации и капитальному ремонту существующих озелененных территорий производятся по специальным проектам. Проекты разрабатываются государственными или частными специализированными проектными организациями, имеющими соответствующие лицензии на виды садово-парковых работ. Проектная документация согласовывается и утверждается в установленном порядке [1].

Положением предусмотрено несколько последовательных этапов проектного и строительного процесса:

- подготовка исходно-разрешительной документации и проектные проработки;
- проектирование, согласование и экспертиза проекта, его утверждение, разрешение на строительство;
- договор или государственный акт на земельный участок;
- рабочее проектирование;
- строительство;
- ввод или приемка объекта в эксплуатацию.

На первом этапе разрабатывается документация для проектирования и строительства на территории, где уточняются порядок разработки и согласования, сроки разработки, формы документации. Исходно-разрешительная документация для проектирования и строительства возводимых объектов содержит градостроительное заключение по инженерному обеспечению и заключение экологической экспертизы.

Проектная подготовка включает: разработку, согласование и утверждение общего архитектурно-градостроительного решения на садово-парковый объект, согласование, экспертизу и утверждение проектной документации; разработку рабочей документации. Обязательной частью исходной документации является задание на проектирование, которое утверждается заказчиком до начала проектирования объекта [2].

Проектировщик получает от заказчика следующие материалы и документы [3]:

- разрешение на осуществление проектирования и строительства объекта;
- ситуационный план в М 1:2 000;
- топографический план с подземными коммуникациями в М 1:500;
- инженерно-геологическое заключение по территории объекта;
- историко-архитектурный план, материалы ландшафтно-визуального анализа;
- документы по историко-культурным исследованиям;
- чертежи существующих на территории объекта сооружений и другие документы на основании СНИП.

После проведения проектной подготовки можно приступить к инженерной подготовке территории. Основными задачами этих работ являются:

- осушение участков, защита от затопления, от оползней, от ветровой эрозии, от смыва плодородного слоя почвы;
- подготовка территории под строительство дорог, сооружений, малых архитектурных форм, павильонов, выравнивание поверхности участков по проектным отметкам, то есть «вертикальная планировка», что непосредственно связано с организацией поверхностного стока дождевых и талых вод;
- укрепление берегов и склонов рек, водоемов, озер, оврагов;
- осушение заболоченных участков и орошение (обводнение) в засушливых условиях;
- мероприятия по устранению селей, явлений карста, оползней;
- рекультивация территории - техническая и биологическая;
- создание нового рельефа с различными его формами.

Инженерные работы на объектах включают расчет объема земляных работ и вертикальную планировку [4].

Расчет объемов земляных работ на проектируемом участке парка, сквера, бульвара и т.п. производится по картограмме земляных работ [5]. Картограмма земляных работ - это рабочий чертеж, составляемый на основе самого проекта вертикальной планировки в

проектных горизонталях. Картограмма земляных работ составляется на объект или его отдельный участок следующим образом.

Проектируемый участок разбивается на квадраты со сторонами 20 м в М 1:500; на фрагментах плана в М 1:100 при детальном подсчете работ сетка квадратов наносится со стороной в 5 м. В углах квадратов, методом интерполяции, определяют и отмечают: 1) существующие отметки рельефа; 2) проектные отметки рельефа; 3) рабочие отметки, представляющие собой разницу между 1 и 2 отметками (они показывает объем земляных работ в данной точке участка). Используя рабочие отметки, рассчитывают и наносят точки нулевых работ, в которых пересекаются проектируемая плоскость и земная поверхность. В результате проведения линии нулевых работ на сетке квадратов выявляют геометрические фигуры: «квадрат», «трапеция», «треугольник», «прямоугольник». Подсчитывают площадь геометрических фигур и находят среднюю рабочую отметку в каждой фигуре. Площадь фигуры умножают на среднюю рабочую отметку и таким образом получают объем земляных работ в данной фигуре.

В задачи инженерных работ по вертикальной планировке озеленяемых территорий входят:

- обеспечение отвода излишков поверхностных вод - дождевых, паводковых, талых;
- создание условий для удобного движения пешеходов и транспорта по дорогам, садово-парковым дорожкам, аллеям, а также пребывания, отдыха, игр на площадках;
- создание пластически выразительных форм рельефа в соответствии с замыслом проектировщика или максимальное приспособление существующего рельефа;
- создание благоприятных условий для произрастания ценной растительности - деревьев, кустарников, травянистых ассоциаций;
- организация рельефа с целью устранения явлений почвенной эрозии, укрепления склонов, крутых берегов водоемов путем устройства специальных сооружений;
- организация рельефа на пересеченной местности путем устройства специальных сооружений - лестниц, подпорных стен, откосов, террас.

Основными методами вертикальной планировки являются: метод проектных (продольных и поперечных) профилей [6]. Проект планировки озеленяемой территории выполняется на основе общего проекта вертикальной планировки территории города, района, прилегающих магистралей и улиц. Озелененная территория должна быть «привязана» по вертикальным отметкам к прилегающим элементам городской планировки.

При разработке проекта вертикальной планировки территории, необходимо знать: а) типы и формы рельефа озеленяемой территории (холм, седловина, бугор, тальвег и др.); б) основные показатели рельефа (по плану топографической съемки) - сечение горизонталей, уклоны поверхности территории и отдельных участков; а также в) приемы нахождения существующих отметок рельефа между горизонталями и вычисления уклонов поверхности на различных участках территории.

На заключительном этапе проектирования вертикальной планировки объекта работы ведутся в следующей последовательности:

1) проектирование аллей, парковых дорог, дорожек, площадок различного назначения (это планировочные элементы территории, требующие строгого соблюдения допускаемых уклонов поверхности);

2) проектирование участков, предназначенных под зеленые насаждения - газоны, цветники, посадки деревьев и кустарников (это планировочные элементы, допускающие

разнообразные уклоны поверхности и «перебивку» рельефа откосами и подпорными стенками).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Теодоронский В.С. Садово-парковое строительство. М.: Академия, 2003. 336с.
2. Игнатъев Ю. Комплексное инженерное благоустройство городских территорий. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2011.
3. СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: ФГУП ЦПП, 2007. 56с.
4. Силютин Д.А., Литвинов С.В. Комплексное инженерное благоустройство городских территорий. Новосибирск, 2010.
5. Владимиров В.В. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / В.В. Владимиров, Давидянц Г.Н., Расторгуев О.С. и др. М.: Архитектура-С, 2004. 238с.
6. Клиорина Г.И. Инженерная подготовка городских территорий: учебник для вузов / Г.И. Клиорина, В.А. Осин, М.С. Шумилов. М.: Высш. шк., 1984. 271с.

УДК 620.91

А.Е.Карыспаева, Н.В.Арефьев
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА В АЛМА-АТИНСКОЙ ОБЛАСТИ КОМПЛЕКСОМ УСТАНОВОК НА НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

В Алма-Атинской (Алматинской) области с каждым годом увеличивается количество населения, что обуславливает рост потребления электроэнергии. Для уменьшения нагрузки на электростанции существует необходимость создания жилых домов с энергосберегающими технологиями. В настоящее время доля альтернативных источников составляет приблизительно 0,02% [1]. Цель работы: обустройство жилого дома с использованием энергосберегающих технологий.

Предполагаемый план жилого дома разработан для существующего участка в Алма-Атинской области, Енбекшиказахском районе, с. Койшыбек.

Характеристика участка:

- площадь данного участка составляет 2000 м²;
- площадь жилых и хозяйственных построек 160 м²;
- потребление электроэнергии на данный момент составляет 520 кВт;
- количество проживающих - 4 человека.

Выбор данного участка обусловлен отсутствием центрального водоснабжения и отопления. На данном участке разрабатывается план комплексной установки энергосберегающих технологий:

- ветрогенераторы – система, использующая ветровую энергию для выработки электричества;
- солнечные батареи – система, осуществляющая свою работу с помощью генератора, преобразующего солнечные лучи в электроэнергию;
- тепловые насосы – система, получающая энергию за счет энергии, содержащейся в окружающей среде.

Водоснабжение на участке осуществляется с помощью электрогенератора и насоса. Для сокращения затрат электроэнергии на участке целесообразно установить ветрогенератор

вместо электрогенератора. Скорость ветра в Алма-Атинской области составляет 5,8-7,0 м/с [2], что является достаточным для работы ветрогенератора.

Таблица 1. Количество потребляемой энергии в доме

Наименование	Потребляемая энергия
Лампа энергосберегающая	18 Вт
Компьютер	75 Вт
Холодильник	75 Вт
Телевизор	100 Вт
Пылесос	600 Вт
Фен	600 Вт
Утюг	1000 Вт
Микроволновая печь	1300 Вт
Электрочайник	1500 Вт
Электроплита	3500 Вт

Характеристика ветрогенератора:

- мощность 5 кВт;
- средняя производительность в месяц 450 кВтч;
- количество лопастей 3 шт.;
- диаметр ветроколеса 5,4 м;
- стартовая скорость ветра 3 м/с;
- срок службы 20 лет.

Расположение прибора в отдаленной части участка поможет уменьшить шум, издаваемый ветрогенератором.

В связи с проектом создания энергосберегающего жилого дома предлагается установить солнечные батареи. Из солнечной энергии методом термодинамического преобразования можно получать электричество практически так же, как и из других источников. Однако солнечное излучение, приходящее к Земле, обладает рядом характерных особенностей: низкой плотностью потока энергии, суточной и сезонной цикличностью, зависимостью от погодных условий [3].

В среднем в Алма-Атинской области годовая длительность света составляет 2200-2300 ч/год, а годовой уровень солнечной радиации составляет 1300-1800 Вт/м². Учитывая этот фактор, можно широко применять солнечные панели для автономного электроснабжения, тем самым добиваясь экономии энергоносителей и уменьшая загрязнение окружающей среды [4].

Для данной работы берем системы солнечных батарей 14 штук:

- номинальная мощность 5 кВт;
- запас энергии 10 кВтч;
- средняя производительность в месяц 450 кВтч;
- срок службы 20 лет.

Для обеспечения отопления жилого дома предполагается установка теплового насоса «грунт-воздух», так как на данном участке отопление производится с помощью печи.

Тепловые насосы – установка, при помощи которых осуществляется перенос энергии в форме теплоты от менее нагретого тела к более нагретому [5]. В качестве теплообменника закладывается большой подземный коллектор из длинных труб.

Для данного здания создается система теплых полов, что значительно уменьшит затраты, а также это - более эффективный способ прогрева помещения. Также возможно использование данной технологии для охлаждения помещения в теплое время года. Данная технология работает независимо от солнечной погоды и времени суток, обеспечивая полноценное отопление с минимальными затратами электроэнергии.

Тепловой насос на 10 кВт обеспечивает отопление здания площадью 100-200 м². На полную тепловую мощность 10 кВт тепловой насос затрачивает около 3 кВт электроэнергии. Срок службы – 25 лет.

Использование возобновляемых источников энергии позволяет не только экономить на коммунальных счетах, но также является одним из шагов на пути к улучшению экологического состояния города.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Статистический ежегодник Казахстана. Алматы: Агентство по статистике РК.
2. <http://www.almaty.kz> официальный сайт города Алматы.
3. Магомедович М.А. Альтернативная энергетика. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.
4. Положение дел по использованию возобновляемых источников энергии в Центральной Азии. Перспективы их использования и потребности в подготовке кадров. ОБЗОР, 2010.
5. Арефьев Н.В., Основы формирования природно-аграрных систем. Теория и практика/Н.В.Арефьев, В.П. Бреусов, Г.К.Осипов. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2011.

УДК69.001.5

К.Н.Вырышева, О.Г.Никонова
(Санкт-Петербургский государственный политехнический университет)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННЫХ СТАНДАРТОВ В РОССИИ

В современной России приоритетным направлением строительной науки и практики стало повышение энергоэффективности зданий и сооружений. Однако в развитых странах вопросами повышения энергоэффективности и экологичности зданий и сооружений начали заниматься в конце 1970-х гг., когда появились новые термины «экодевелопмент», «экоздание» и «зеленое строительство». Использование этих терминов подразумевает практику проектирования, строительства и эксплуатации зданий, целью которых является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов при одновременном сохранении или повышении качества зданий и комфорта их внутренней среды при минимизации воздействия на окружающую среду. Уровень развития зеленого строительства напрямую зависит от достижений науки и технологии, от активности специалистов и от сознания обществом экологических принципов. В Великобритании, США, Дании, Финляндии и др. странах строились отдельные демонстрационные кварталы и здания.

В области зеленого строительства существуют стандарты и системы сертификации. Последние отличаются тем, что содержат не только минимально необходимые контрольные цифры или требования, но и ряд критериев, позволяющих выставлять баллы, из которых

складываются итоговая оценка и рейтинг. Предполагается, что они стимулируют переход от традиционного проектирования и строительства зданий и сооружений к устойчивому, которое проповедует следующие принципы: безопасность и благоприятные здоровые условия жизнедеятельности человека; ограничение негативного воздействия на окружающую среду; учет интересов будущих поколений. Считается, что преимуществами сертифицированных объектов являются: значительная экономия ресурсов; энергосбережение и экономичные выбросы; снижение эксплуатационных расходов; управление рисками; высокое качество строительства; высокий уровень жизни людей; положительный имидж зданий, а значит их высокая рыночная стоимость.

Развитием и внедрением зеленых стандартов занимаются советы по Зелёному строительству, специально создаваемые некоммерческие организации. Координация деятельности советов и других экологически ориентированных строительных и управляющих компаний осуществляется Международным Советом по зелёным зданиям World Green Building Council (WorldGBC), являющимся некоммерческой организацией, деятельность которой заключается в передаче опыта лидеров строительной отрасли до других участников рынка и предоставлении международной дискуссионной площадки для обсуждения наиболее совершенных методов проектирования, строительства и архитектуры в рамках общепринятой концепции устойчивого развития территорий (общепринятым в концепции является признание приоритета «зеленых» решений в отрасли).

К концу 1980-х гг. профессиональное сообщество заговорило о создании специальных систем сертификации. Первыми появились британский стандарт BREEAM (1990), американский стандарт LEED (1998), и немецкий стандарт GSBC, которые являются рейтинговыми системами, т.е. сертификат выдается на здание или сооружение после проведения оценки документации на объект с присвоением определенного количества баллов [1]. Они применяются для оценки коммерческой и жилой недвижимости, сопровождают строительство здания на всех этапах: от проектирования до эксплуатации. При создании данных систем сертификации разработчики стремились создать универсальную систему оценки, которую можно было бы применять в разных странах. Однако различия в национальных строительных нормативах привели к возникновению на их базе национальных систем сертификации: Green Star (Австралия), CASBEE (Япония), LEEDTM (Канада) и др.

Продвижение концепций зеленого строительства в России началось в конце 2007 г.: для крупных международных компаний стало частью имиджа обязательное размещение филиалов в экозданиях, в Москве и Санкт-Петербурге появился спрос на так называемые зеленые офисы. Большую роль сыграло получение г. Сочи статуса столицы Олимпийских игр, так как по требованиям Международного Олимпийского Комитета все олимпийские объекты должны быть построены с учетом национальных экологических стандартов. Таким образом, олимпиада стала локомотивом экодевелопмента.

В отсутствие национальных зеленых стандартов в обществе стали зарождаться самостоятельные инициативы. В 2008 г. был создан Совет по экологическому строительству, в 2010 г. - Совет по зеленому строительству, которые в т.ч. занимались вопросами стандартизации и сертификации в строительстве.

В 2011 г. система добровольной экологической сертификации «Зеленые стандарты», разработанная НП «Центр экологической сертификации – Зеленые стандарты», легла в основу нескольких корпоративных стандартов - олимпийского зеленого стандарта, используемого в ГК «Олимпстрой», корпоративного стандарта ГК «Автодор», Зеленого кодекса «Сколково».

При строительстве объектов к Олимпийским играм в Сочи были задействованы четыре системы различных экологических стандартов строительства: «Дополнительные

экологические требования и рекомендации ГК «Олимпстрой» [2], корпоративный стандарт ГК «Олимпстрой» [3], международный стандарт BREEAM, а также система добровольной сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты». Корпоративная Система добровольной сертификации соответствия требованиям корпоративного олимпийского зеленого стандарта содержит более 50 критериев оценки [4]. Результаты оценки соответствия требованиям стандарта отражают эффективность внедрения на олимпийских объектах принципов «зеленого» строительства: энерго- и водосбережения, качества применяемых материалов и комфорта здания [5]. После завершения Олимпиады и ликвидации ГК «Олимпстрой» предполагается, что сочинские наработки будут активно использоваться и на других стройках. В первую очередь, планируется задействовать технологии рационального водопользования, использования переработанных строительных отходов и экономии электроэнергии.

В 2013 г. ГК «АВТОДОР» приняла СТО АВТОДОР 7.1-2013 «Зеленый стандарт государственной компании «АВТОДОР»», требования которого распространяются на линейные объекты (инженерные сооружения) и объекты дорожного и придорожного сервиса на этапах проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и эксплуатации объектов [6].

Инновационный центр «Сколково» также разработал «Зеленый Кодекс Инновационного центра «Сколково»», являющийся сводом норм и правил Инновационного центра «Сколково» и направленный на реализацию Генерального плана Центра, который содержит требования, подлежащие применению при разработке градостроительной и проектной документации [7].

Отдельные элементы зеленых стандартов заложены в региональном законодательстве, например, в Московских городских строительных нормах (МГСН). В Санкт-Петербурге ведутся работы по созданию соответствующего регионального методического документа (РМД).

В настоящее время по международным зеленым стандартам сертифицируются лишь крупные имиджевые объекты недвижимости, позиционирующие Россию как развитую страну, а также объекты, предназначенные для ведения бизнеса и проживания персонала международных компаний и отдельные жилые комплексы.

По мнению экспертов, в настоящее время существуют ключевые причины, тормозящие распространение зеленых сертификатов. Прежде всего, это дороговизна энергоэффективного строительства при относительно низких для Европы коммунальных тарифах. Себестоимость квадратного метра в энергосберегающем доме выше обычного в среднем на 20%. Статистики по экономике строительства и эксплуатации в России пока не существует. Для России максимально близки показатели Польши, Литвы, Латвии, Германии и Дании: стоимость строительства увеличивается на 20%, экономия на энергоресурсах - на 40%.

Многими экспертами высказывается мнение, что до тех пор, пока не будет введен обязательный сертификат соответствия в данной области, большинство объектов останется несертифицированными. Девелоперским компаниям выгоднее утверждать собственные корпоративные стандарты и сертифицировать по ним объекты. Наиболее перспективным представляется, что начнется сертификация зданий в соответствии с рейтинговой системой оценки СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания» [8].

По мнению авторов, развитие отечественных систем сертификации федерального уровня возможно лишь на условиях их обязательного применения. При условии отсутствия обязательной сертификации возможно развитие не крупных альтернативных систем добровольной сертификации уровня СРО, объединений СРО или корпоративных, которые

будут зарегистрированы как «зеленые» стандарты организаций, а их соблюдение станет обязательным для членов такой организации. Указанные системы сертификации будут незначительно отличаться набором критериев, а также способом подсчета итогового балла и наименованием степени сертификата. При этом затраты на получение «зеленых» сертификатов, обучение собственных аудиторов закладываются в стоимость объекта недвижимости.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аверьянов В.К., Кочнев А.П., Михайлов А.Г., Тютюнников А.И., Мелкжик А.А. Комплексная оценка энергоэффективности, экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности жилых и гражданских зданий // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций.
2. Дополнительные экологические требования и рекомендации к проектированию и строительству олимпийских объектов http://www.sc-os.ru/ru/ecologia/eco_tred/index.php?id_101=1236&from3_101=2.
3. Корпоративный Олимпийский «зеленый» стандарт «Требования к обеспечению экологической и энергетической эффективности, ресурсосбережения, устойчивого природопользования при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации олимпийских объектов». ГК «Олимпстрой», 2010. 37 с. <http://www.sc-os.ru/common/upload/ecol-17-05-10.pdf>.
4. Система добровольной сертификации соответствия требованиям корпоративного олимпийского зеленого стандарта. ГК «Олимпстрой», 2010. 142 с. <http://www.sc-os.ru/common/upload/ecol-17-05-10.pdf>.
5. <http://www.sc-os.ru/common/upload/ecol-13-05-10.pdf> официальный сайт ГК «Олимпстрой».
6. СТО АВТОДОР 7.1-2013 «Зеленый стандарт государственной компании «АВТОДОР».
7. http://community.sk.ru/innograd/p/green_code.aspx
8. Ю.В. Миллер. Зеленое здание. Рейтинговая оценка. <http://portal-energo.ru/articles/details/id/759>.

N.Čerkasova, V.Denisov, L.Venckuviene
(Klaipeda University, Lithuania)

MODELING THE EFFECTS OF POTENTIAL CLIMATE CHANGE ON THE HYDROLOGY OF THE CURONIAN LAGOON WATERSHED USING SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL (SWAT)

With the increasing water management problems, a need for a sophisticated hydrological model of the Curonian Lagoon watershed area arose, to assess possible changes due to local and global processes. To correctly predict the movement of pesticides, sediments or nutrients, evaluate water management practices, the hydrologic cycle simulated by the model must conform to what is happening in the watershed. For this purpose a sophisticated hydrological model must be created and calibrated to accurately represent the study area.

The main objective of this work was to evaluate the inter- and intra-annual variability of the Curonian Lagoon watershed and assess its long-term tendency under climate change using hydrological modelling and statistical analysis methods. The goals of the work were to identify suitable model input parameters for the study area, apply SWAT hydrological modelling tool to create a model of the Curonian Lagoon watershed and its elements, assess uncertainty, calibrate and validate the model to adequately represent the study area, and to evaluate variability of the Curonian Lagoon watershed under different possible scenarios.

Nine rivers are discharging into the Curonian Lagoon; the largest of them is Nemunas River, the southern and central parts of the lagoon contain fresh water due to discharge from those rivers. Runoff of rivers to the lagoon varies from 14 to 33 km³ per year (443,64 m³/s to 1045,73 m³/s) and

exhibits a strong seasonal pattern, peaking with snowmelt during the flood season in March-April [1]. Nemunas River basin is shared by Belorussia, Lithuania, Poland and the Russian Federation Kaliningrad oblast. During the years, water discharge to the lagoon changes, this leads to water balance parameter value fluctuation. The major changes are observed in the winter-spring period. In winter months of January and February, due to observed warmer winters, Nemunas runoff has increased, while spring floods are decreasing [2].

The Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model was used to assess the effects of potential future climate change on the hydrology of the Curonian Lagoon watershed. SWAT is a physically-based, continuous-time watershed model that operates on a daily time step and is designed to predict the impact of management on water, sediment, and agricultural chemical yields in ungauged watersheds [3]. The watershed is divided into multiple subwatersheds, which are then further subdivided into HRUs (Hydrological Response Units) that consist of homogeneous land use, management, and soil characteristics [3]. There are four main data sets that SWAT requires: Digital Elevation Model (DEM) data, landuse data, soil data, and weather data. Digital Elevation Model (DEM) was obtained from Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) database [4]. The total area of the region of interest is 2200022.17 km². Landuse and soil data was acquired from the WaterBase project database [5]. The weather data was acquired through a Global Weather Data for SWAT service [6].

The model was calibrated and validated to conform to physical hydrodynamic processes in the watershed. Sensitivity analysis of the model parameters was carried out. Global model performance values for NS = 0,79, and for R² = 0,81 were achieved, which correspond to very good ratings. The created model can be used to identify hydrological changes of the Curonian Lagoon watershed due to global processes (climate change, etc.), as well as local anthropogenic activities, and forecast possible changes in the future. The conducted model hydrology calibration, uncertainty analysis and sensitivity analysis enables a broader understanding of key processes in the watershed (see Fig. 1).

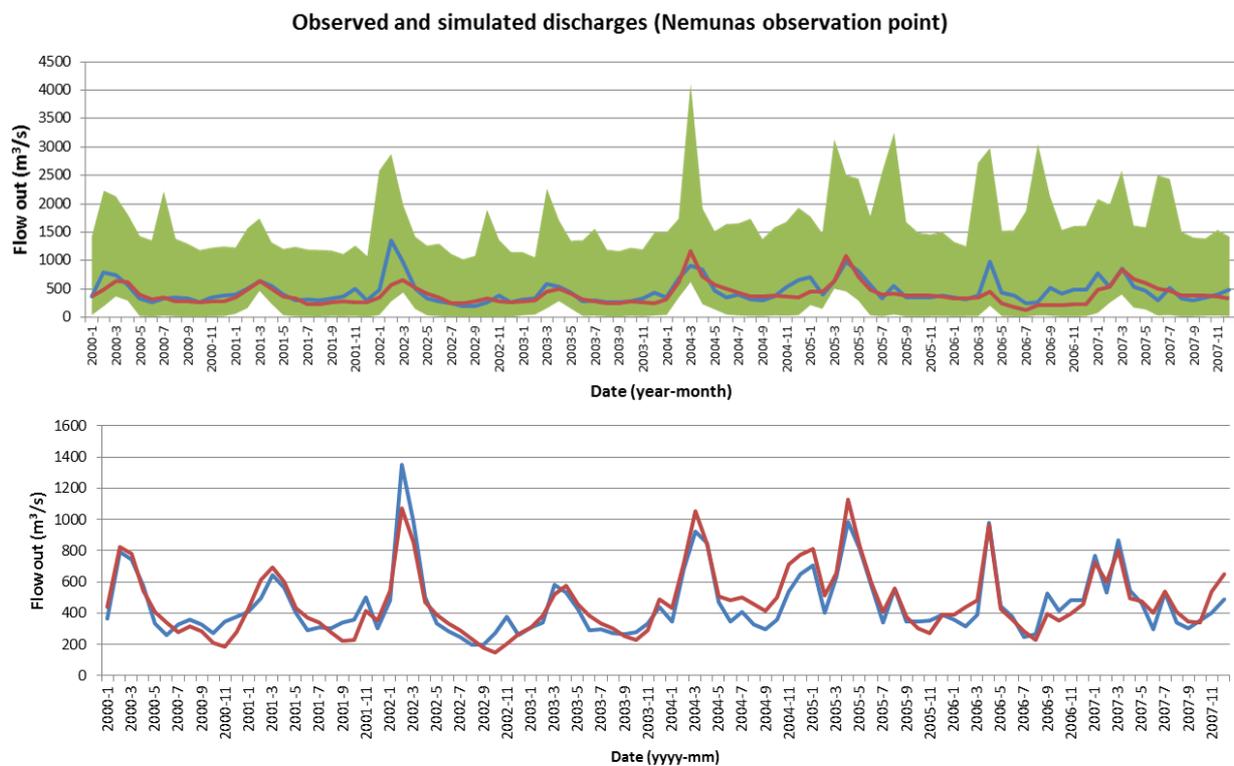


Fig. 1. Modeled and observed discharges for Nemunas River observation point: before calibration and after (green band – 95 percent prediction uncertainty, blue – observed discharges, red - simulated discharges)

Climate change assessment. Prognostic air temperature, precipitation amount, and humidity change data derived from the latest IPCC report were used for modelling river inflow with SWAT. For the pessimistic scenario high values of precipitation and temperature change were used to assess their effects on Nemunas and Minija River runoff. During winter months it is expected that Nemunas River runoff will increase by 17% in the near future. The probable reason is the increased winter temperatures, which will result in earlier snowmelt. The peak runoff for the winter will have no significant change, whereas the minimal runoff will increase by approximately 20%. For Minija River the effect of early melting snow is more prominent – the increase in discharge will be approximately 22%. Minimum and maximum discharges for winter months will also increase by 21-23%. The strongest increase of discharges is observed in February for both rivers.

Table 1. Interseasonal river discharge change for the pessimistic scenario

River	River discharge change (±%)			
	Winter	Spring	Summer	Autumn
Minija	+22	-7	-18	+10
Nemunas	+17	-10	-8	+9

For the optimistic scenario low values of precipitation and temperature change were used to assess their effects on river runoff. As expected, results of the optimistic scenario show lower changes, than the pessimistic, although tendencies remain the same.

Table 2. Interseasonal river discharge change for the optimistic scenario

River	River discharge change (±%)			
	Winter	Spring	Summer	Autumn
Minija	+18	-5	-10	+5
Nemunas	+10	-9	-2	+3

For both Nemunas and Minija the expected river discharge will change mostly in winter season: 18% for Minija and 10% for Nemunas. Minimal and maximal discharges during winter will increase by 16% and 17% respectfully for Minija River, although for Nemunas an increase of 8% in minimal discharge is expected, where the peak flows will remain almost the same (see Fig. 2).

With the following optimistic scenario, annual discharge in the near future for Nemunas River will increase by around 5%, and 2-3% for Minija River. In summary, it was observed that modeled Curonian Lagoon watershed is highly sensitive to climate change. Minija River subbasin response to different climate change factors was more significant than of Nemunas, which displayed some robustness to projected changes.

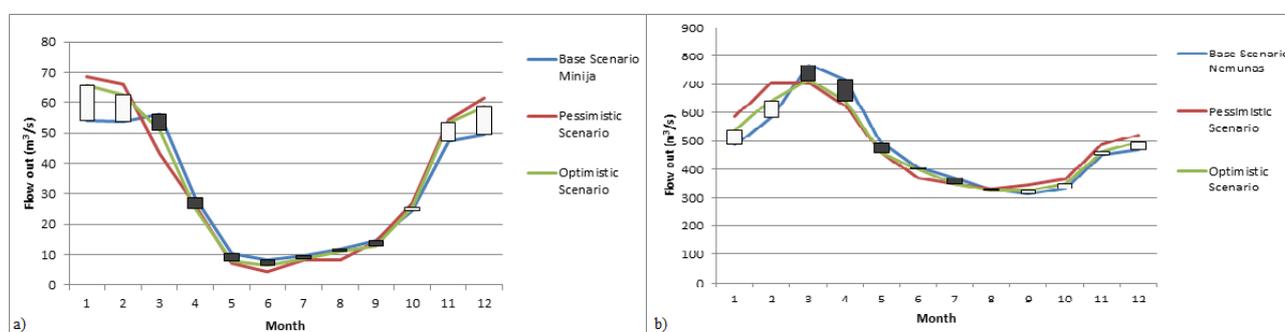


Fig. 2. Monthly simulated discharges of base, optimistic, and pessimistic scenarios for: a) Minija River, and b) Nemunas River

Further improvement of the modeling system: with further research this model can be used to simulate sediments, pesticide and nutrient transport in the watershed, taking into account that the agricultural land is the main source of nutrients that affect the lagoon ecosystem. Therefore, it is important to build and/or to select such agro-ecosystem dynamics models (crop models) that would provide a coherent set of models together with lagoon basin hydrologic models. Such an integrated simulation system should allow for a detailed analysis and assessment of changes of the lagoon hydrological and biogeochemical cycles, depending on the agricultural land use change.

The crop simulation models needed should be capable to simulate biotic and abiotic processes in different agroecosystems with an accuracy applicable to daily time step of hydrological transport models. The potential model candidates are: DIASPORA [7], DSSAT [8], APEX-AGROTOOL [9, 10]. In particular, an information modeling system DIASPORA, which is developed at the University of Klaipeda and the Lithuanian Institute of Agriculture in 1994-2000, contains a comprehensive crop model [7]. Also, the DIASPORA has its own database *AgroWin* [11], in which field treatment and agrometeorological data from various Lithuanian locations for the long-term period (from 1971) is collected. This data will be used for parametric identification and verification of dynamic simulation models that constitute the whole watershed modeling system.

REFERENCES:

1. Dubra, J. 1978. Vandens balansas (Water balance) Kuršių marios. II tomas. Vilnius, Mokslas. 50-70.
2. Dr. Gintautas Žilinskas et al. 2012. Kuršių marių akvatorijos gamtinių, ypatumų, esamos Kuršių marių krantų būklės ir jos kaitos tendencijų analizė. Vilnius. p. 79-81.
3. Arnold J., Allen P., Bernhardt G. 1993. A comprehensive surface groundwater flow model. *Journal of Hydrology*, 142(1-4). p. 47-69.
4. CGIAR-CSI. 2014 [interactive]. Consortium for Spatial Information database [previewed on 10 April 2014]. Available at: <<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>>.
5. WaterBase project. 2014 [interactive]. Data for SWAT [previewed on 28 September 2013]. Available at: <http://www.waterbase.org/download_data.html>
6. National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and Climate Forecast System Reanalysis (CFSR). 2014 [interactive]. Global weather database [previewed on 07 November 2014]. Available at: <<http://globalweather.tamu.edu/>>.
7. Denisov V. Development of the Crop Simulation System DIASPORA// *Agronomy J.*, 2001. Vol. 93, N.3, p. 660-666.
8. Jones, J., Hoogenboom, G., Porter, C., Boote, K., Batchelor, W., Hunt, L., Ritchie, J., 2003. The DSSAT cropping system model // *European Journal of Agronomy*, 18(3-4), p. 235-265.
9. Medvedev S., Topaj A., 2011. Crop simulation model registrator and polyvariant analysis. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. v.359, AICT. p. 295-301.
10. Poluektov, R., Fintushal, S., Oparina, I., Shatskikh, D., Terleev, V., Zakharova, E. 2002. AGROTOOL - a system of crop simulation // *Archives of Agronomy and Soil Science* 48, p. 609-635.
11. Juščenko N., Denisovas V., Lukianienė D., Eidukevičienė M., 2001. Database of integrated information modelling system of grain crops. *Agric. Sci. (Žemės ūkio mokslai)*, 3, 22-28. ISSN 1392-0200.

DEVELOPMENT OF HYDROMETEOROLOGICAL DATA COLLECTION SYSTEM FOR BALTIC SEA

Introduction

For effective monitoring of Baltic Sea, ecosystem viability needs united information system. That would allow real-time monitoring, control, and predict the negative consequences of contamination of waters and to ensure the provision of information decision-making institutions. An important feature of such a system is the ability to monitor, collect and evaluate wide spatial coverage and real time hydro meteorological data of the Baltic Sea. The purpose of this scientific study is to make a selection of appropriate hardware equipment for monitoring buoys and investigate the application possibilities of Multi agent based interaction [1, 2] between several monitoring system nodes (buoys).

There are varieties of tools to monitor and evaluate the Baltic Sea hydro meteorological data, but most of received information has low spatial coverage and low level of detail in time. Objective of these experiment is to design an inexpensive, but reliable Baltic Sea autonomous monitoring system (buoys), which would be able, continuously monitor and collect temperature, waviness, etc. data. To achieve this goal, we have set the following tasks:

- carry out a comparative analysis of the temperature sensors and select the most suitable sensors for continuous Baltic Sea water temperature measurement,
- survey potential sea waviness measurement techniques and choose the most suitable to measure the waviness of the Baltic Sea,
- analyze the possible alternatives for the collected data storage and wireless transmission.

Baltics Sea temperature monitoring

During investigation, six different type temperature sensors were compared and regard to the requirements the DS18B20 and LM35 where picked as most suitable. These two temperature sensors were compared and some key parameters of the sensors are shown in the table below.

Table 1. Temperature sensors comparison [3, 4]

	LM35	DS18B20
Output	Voltage (lineary proportional to the centigrade temperature)	One wire interface
Accuracy	0.5°C	0.5°C
Resolution	10 bits (depending on used ADC)	9 - 12 bits
Range	-55°C to 120°C	-55°C to 120°C
Power Supply	4.0V to 30V	3.0 V – 5.5 V
Current consumption	60 μA	3 μA – 9 mA

After comparative analysis of temperature sensors we selected digital sensor DS18B20. This digital temperature sensor can report temperatures within range from -55°C to +125°C by 12-bit precision, with accuracy – 0,5°C [5]. However, after additional calculations, it is possible to reduce the temperature measurement error of up to 0,1°C. The most attractive is the fact, that these sensors have already been calibrated at the factory and their accuracy error is ±0.5°C in the range from -10°C to +85°C and ±2°C error over the operating range (55°C to +125°C). Sensor supply voltage is in the range of +3 to +5.5 V. In standby mode, current consumption is close to zero (less than

1 μ A), while the temperature conversion will be used during the current is about 1 mA. The measurement process lasts no more than 0.7 sec.

The core functionality of the DS18B20 is its direct-to-digital temperature sensor. To initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its idle state. General this digital sensor operating principle is based on pulses generated by low-temperature coefficients of the generator in the time frame, which is formed by the generator with a high temperature coefficient calculation. Sensor is initialized at the lowest possible temperature, i.e. -55°C . If the sensor's counter reaches zero before the end of the time interval (which means that the temperature is higher than -55°C), the temperature register, which also has initializing value -55°C is incremented. At the same time the counter is assigned a new value by inclination characteristics predefined scheme. This scheme requires the generator frequency parabolic dependence on temperature compensation. After that, the sensor restarts the measurement and if it hits zero before the end of the time interval, the process is repeated. Inclination characteristics making scheme recharges meter values that satisfy the quantity of the generator pulses per degree Celsius, for a particular temperature. End of the process, the temperature will have the temperature value. The temperature value occupies 2 bytes.

The DS18B20 communicates over a 1-Wire® bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply. Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. This part has already become the corner stone of many data-logging and temperature control projects.

Waviness measurements

At present, the sea and the oceans waviness measurements uses variety of methods, depending on the geographic region, measuring accuracy, and common tasks. The main and most commonly used are:

- **Ultrasound based sensors**
 - Pros: suitable for measuring waves with a height of over 5 meters
 - Cons: significant measurement errors
- **Rheostat-type structures**
 - Pros: allows you to get a fairly accurate data
 - Cons: because of its design features cannot be long-lasting
- **Satellite image analysis**
 - Cons: due to big error can used only for ocean waviness measurement,
- **GPS system**
 - Cons: not suitable for measuring waves with a height of 0.5-2.0 meters range,
- **Accelerometer and gyroscope design.**
 - Pros: small measurement errors, easy implementation

For our experiment couple of accelerometer and gyroscope was used. Based on the experience of other scientists [6], accelerometer data were processed by removing the component of gravity, according to the formulas (1), (2), (3):

$$\begin{bmatrix} X_E \\ Y_E \\ Z_E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Here X_S, Y_S, Z_S represent the accelerations measured in the sensor frame, X_E, Y_E, Z_E are the accelerations rotated into the earth coordinate frame; and the direction cosines for the above transformation are in terms of the Euler attitude angles. Coefficients a, b, c were calculated by these formulas:

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \cos \theta \cos \psi \\
 b_1 &= \sin \varphi \sin \theta \cos \psi - \cos \varphi \sin \psi \\
 c_1 &= \sin \varphi \sin \theta \cos \psi + \cos \varphi \sin \psi \\
 a_2 &= \cos \theta \sin \psi \\
 b_2 &= \sin \varphi \sin \theta \cos \psi + \cos \varphi \sin \psi \\
 c_2 &= \sin \varphi \sin \theta \cos \psi - \cos \varphi \sin \psi \\
 a_3 &= -\sin \theta \\
 b_3 &= \sin \varphi \cos \theta \\
 c_3 &= \cos \varphi \cos \theta.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Here θ, ψ and φ are data from gyroscope. After the accelerations have been rotated into the earth frame, the earth-referenced accelerations of the buoy are given by

$$\begin{aligned}
 A_x &= -gX_E, \\
 A_y &= -gY_E, \\
 A_z &= g(1 - Z_E),
 \end{aligned} \tag{3}$$

where A_x, A_y, A_z are non-gravitational accelerations along the earth oriented x, y and z axes.

Monitoring data transmission and storage

The comparative study of four data transmission protocols has been performed. The following protocols were selected for this study: Bluetooth, UWB, ZigBee, Wi-Fi. According to the results, the best transmission protocol, for such type of task (low-cost, low power, mesh network support) was ZigBee. So this protocol is used for system implementation.

Conclusions

An experimental study showed that for Baltics Sea water temperature monitoring the DS18B20 type temperature sensors are suitable and is cheap enough. These sensors interact via 1-wire communication protocol so several of them can be easily connected in one network and mounted in different places of buoy (underwater and above water). For waviness measurement in our case, most appropriate way was using 3-axis accelerometers and 3-axis gyroscopes. It was shown that one of the cheapest way to collect data from sensors network is by using mesh type network based on ZigBee protocol.

REFERENCES:

1. Bielskis A.A., Gričius G., Andziulis A., Dzemydienė D., Guseinoviene E., Ramašauskas O. 2011. Multi-Agent Based E-Social Care Support System for Inhabitancies of a Smart Eco-Social Apartment // Electronics and Electrical Engineering. Vol.107. No.1. P.11-17.
2. Bielskis A. A, Denisovas V., Dzemydienė D., Drungilas D., Gričius G. 2010. Multi-Agent-Based Human Computer Interaction of E-Health Care System for People with Movement Disabilities // Electronics and electrical engineering. Vol.103. No.7. P.77-82.
3. Texas Instruments, Datasheet: LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, 2013.
4. Maxim Integrated, Datasheet: DS18B20, 2008.
5. Collins, C. 2102. In situ wave measurements: Sensor comparison and data analysis. Open Access Theses, University of Miami, V.III. 372p.
6. Bender, L, Guinasso, N. 2009. A Comparison of Methods for Determining Significant Wave Heights // Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. Vol.27. P.1012-1028.

Сборник докладов молодежной научно-практической конференции в рамках XLIII Недели науки СПбПУ, Санкт-Петербург, 1-6 декабря 2014 года. Секция "Природообустройство"/ СПбПУ. СПб., 2014. – 156 с.

Оригинал-макет подготовлен техническим редактором Т.Д. Чащиной.

Сборник докладов опубликован 19.11.2014 г.
на сайте кафедры «Водохозяйственное и гидротехническое строительство»
Инженерно-строительного института ФГАОУ ВО "СПбПУ" – <http://vigs.cef.spbstu.ru>