

УДК 378

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА. ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ

Семенова И.В.

ФГБОУ ВПО «Московский политехнический университет», Москва, e-mail: vzpi.semenova@yandex.ru

Изложены основы методики подготовки инженерно-технических кадров в соответствии с положениями и требованиями Федеральной целевой программы РФ «Развитие науки и технологий на 2014–2020 годы». Обучение студентов должно проводиться на основе последних научных достижений и современных технологий, внедренных в промышленность. Для достижения этой цели в программу обучения в дополнение к основным учебникам должны быть включены технические статьи и научные обзоры. Основной задачей нововведений являлось повышение уровня образовательного процесса. В результате этой работы осуществлялась эффективная интеграция научной, образовательной и инновационной деятельности студентов в конкретные проекты. Вопросы подготовки воды для обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и для осуществления разнообразных промышленных процессов изучаются во многих технологических дисциплинах. В настоящей статье рассмотрена инженерно-экологическая система обеспечения водой Московского мегаполиса. Показано, что производство воды, отвечающей мировым стандартам, достигается за счет организации инженерной системы транспортирования сырьевых водных ресурсов. На пути следования созданы водоохранные зоны, оснащенные современными установками автоматического контроля качества воды. На станциях водоподготовки, расположенных в черте города, внедрены передовые технологии очистки воды.

Ключевые слова: Федеральная целевая программа РФ «Развитие науки и технологий на 2014–2020 годы», водохранилище, токсичные примеси, очистка, станции водоподготовки

ENGINEERING ENVIRONMENT ALSYSTEM WATER SUPPLY THE MOSCOW MEGAPOLIS. THE INNOVATIVE METHODOLOGY OF TRAINING OF ENGINEERING-TECHNICAL PERSONNEL

Semenova I.V.

Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: vzpi.semenova@yandex.ru

The fundamentals of the methodology of preparation of technical personnel in accordance with the provisions and requirements of the Federal Target Program of the Russian Federation «Development of science and technologies for 2014-2020 years». Training of students should be based on the latest scientific achievements and modern technologies introduced in the industry. To achieve this goal in the curriculum in addition to the basic textbooks to be included technical articles and scientific reviews. The main objective of the innovation was to increase the level of the educational process. As a result of this work was carried out effective integration of scientific, educational and innovative activity of students in specific projects. Questions of water treatment to ensure safety of human life and for a variety of industrial processes are studied in many technological disciplines. In this article, we consider the engineering and environmental system for providing water to the Moscow metropolis. It is shown that the production of water that meets world standards is achieved through the organization of an engineering system for the transportation of raw water resources. On the way there are water protection zones equipped with modern automatic water quality control systems. At water treatment plants located within the city, the introduction of advanced water treatment technologies.

Keywords: the Federal Target Program of the Russian Federation «Development of science and technologies for 2014-2020 years», a reservoir of toxic impurities, purification, water treatment station

В Российской Федерации приняты государственные программы по развитию науки и технологий [1] и подготовке научных и педагогических кадров [2]. Для успешной реализации этих программ в вузах страны разрабатывают новые методы и способы обучения студентов, обеспечивающие выпуск высококвалифицированных кадров.

Актуальность и цель статьи. Для выполнения положений государственных программ [1, 2] подготовка инженерно-технических кадров должна проводиться комплексно на основе использования фундаментальных учебников [3, 4], дополненных учебно-методическими изданиями, отража-

ющими современные достижения отрасли. В настоящей статье представлен материал, который отсутствует в фундаментальных учебниках, по организации и функционированию инженерно-экологической системы водоснабжения крупнейшего мегаполиса мира – Московского региона Российской Федерации.

Методика. Начиная с 2007 г. в МГОУ им. В.С. Черномырдина, а после его реорганизации и присоединения к МАМИ в 2013–2014 г., была создана авторская методика и проводилось обучение студентов в соответствии с основными положениями, сформулированными в федеральных целе-

вых государственных программах РФ [1, 2]. Инновационным нововведением предложенной методики явилась разработка комплекса мероприятий и выпуск дополнительной литературы в виде статей и учебных изданий, что позволяет проводить обучение студентов на основе современных технологических процессов, отвечающих нормам экологической безопасности производства. Настоящая статья подготовлена и предложена в качестве материала для обучения студентов по одной из приоритетных отраслей промышленности – водоподготовке. Она адаптирована к разным категориям студентов и может быть использована в преподавании различных инженерных дисциплин [3–5].

В любой стране мира вода является стратегическим видом продукции, необходимым для обеспечения жизнедеятельности населения. Вопросы организации и получения качественной воды в достаточном количестве считаются одной из приоритетных задач государства. Водообеспечение крупных мегаполисов является сложной производственной задачей. Она включает в себя решение ряда вопросов, в том числе:

- выбор источников сырья и создание надёжной инженерной системы транспорта воды [6–8];

- организацию на всем протяжении следования воды химико-биологического контроля за её качеством [9–10];

- разработку и использование новых технологий для получения воды бытового и промышленного назначения [11–13];

- обеспечение безопасности работы водных промышленных систем жизнеобеспечения [14];

- соблюдение экологических и правовых норм водоснабжения [15].

В настоящей статье рассмотрена инженерная система водоснабжения Московского мегаполиса, организация её транспортного потока, дана характеристика заводов по получению качественной воды промышленного и бытового назначения.

Отличительной особенностью снабжения Московского региона является различие сырьевых источников воды.

Централизованное водоснабжение г. Москвы использует природную воду из поверхностных источников. Некоторые районы новой Москвы питаются запасами воды из подземных горизонтов.

Для централизованного водоснабжения г. Москвы разработана многофункциональная инженерная система. Она включает в себя организацию водоохраных зон на реках, сооружение плотин и искусственных

водохранилищ, создание системы контроля за качеством воды на всем протяжении её следования и станции водоочистки по подготовке воды для использования её в бытовых и хозяйственных целях.

Поверхностными источниками воды служат *Москворецко-Вазузская и Волжская водные системы*, в которые входят 15 основных водохранилищ. Площадь водосбора этих источников составляет 50 тыс. кв. км. Они находятся на территории Московской, Смоленской, Тверской областей (рисунок). Суммарная водоотдача этих систем составляет не менее 126 м³/с или около 11 млн м³/сутки. На сегодняшний день эта величина в 2,5–3 раза превышает объём воды, забираемой на хозяйственно-питьевые нужды в г. Москве.

Москворецкий источник водоснабжения включает в себя р. Москву в верхнем течении и систему водохранилищ – Можайское, Рузское, Озернинское, Истринское. Водозабор может осуществляться непосредственно из Москвы-реки, зарегулированной специально созданной для этих целей Рублёвской плотиной, или из водохранилищ водораздельного бьефа канала им. Москвы – Клязьминского и Учинского. Уровень воды в водохранилищах регулируется системой построенных плотин. На рисунке они показаны желтыми квадратами. Москворецкий источник питает водой Северную и Восточную водопроводные станции. Осуществляется следующая схема движения водных запасов. Вода из *поверхностных источников* (рисунок) по трактам подачи воды – р. Москве с притоками и водоканалу им. Москвы – поступает на станции водоочистки. Далее очищенная вода по сетям водопровода подается на промышленные и жилищные объекты московского мегаполиса.

Вазузская гидротехническая система служит своеобразной резервной ёмкостью, вода из которой подаётся в р. Волгу, а при необходимости через водораздел по системе каналов и насосных станций на Москворецкий склон. К Волжской системе водоснабжения относятся р. Волга и водохранилища – Икшинское, Пестовское, Пяловское, Клязьменское и Учинское.

В 2001 г. введены в действие санитарные правила – СанПин 2.1.4.1075-01 «Зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения г. Москвы». Они определяют гигиенические требования к организации и содержанию территории зон санитарной охраны Московского региона.

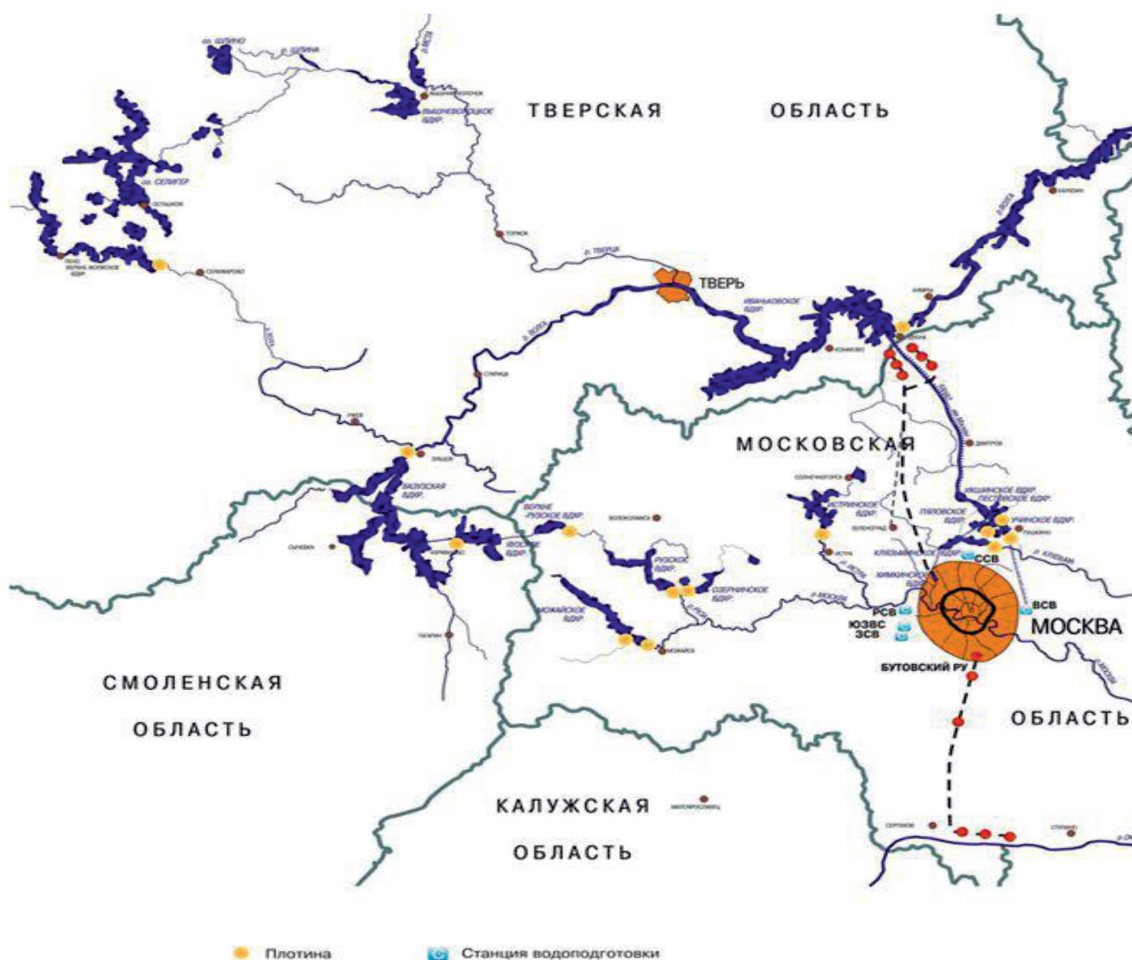
Система мониторинга постоянно отслеживает показатели, характеризующие качество воды поверхностных источников

в соответствии с ГОСТ 2761-85 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» и СанПИН 2.5.980-00 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

Производство из исходной воды продукта питьевого качества осуществляют на станциях водоподготовки, расположенных в различных районах г. Москвы, – Северной, Восточной, Западной и Рублёвской. Их суммарная мощность оценивается в 6,7 млн м³/сутки. Доля участия каждой из них в подготовке воды составляет соответственно – 25, 19, 32 и 24%.

В настоящее время на станциях водоподготовки широко используется классическая схема подготовки питьевой воды. Одновременно возникла необходимость в разработке и внедрении новых техноло-

гий, которые способны решать проблему получения питьевой воды высокого качества в экстремальных условиях антропогенных выбросов. Для решения этих задач, согласно Постановлению Правительства Москвы от 14.03.2006 № 176-ПП «О развитии систем водоснабжения и канализации города Москвы на период до 2020 года» проводится поэтапная реконструкция городских станций водоподготовки. Основные направления в освоении новых технологий: внедрение технологии озонсорбции, замена хлора для обеззараживания воды на гипохлорит натрия; разработка технологии переработки и утилизации осадков. Эти работы проводятся на всех московских станциях водоподготовки. Однако каждая из них уникальна и имеет свои особенности. Поэтому вся московская вода отвечает нормативным требованиям, но в каждом районе ей присущ свой неповторимый вкус.



Инженерная система водоснабжения московского мегаполиса (Жирными линиями отмечены участки водоохранных зон. Квадратами обозначены месторасположения плотин)

Северная станция водоподготовки была введена в эксплуатацию в 1952 г. Её мощность составляет 1920 тыс. куб. м. в сутки. Станция обеспечивает водой северную часть столицы и город Зеленоград. На станции отрабатываются новые конструктивные методы и приемы. Впервые в стране на ней был применен принцип компоновки оборудования, состоящий из трех самостоятельных линий, работающих независимо друг от друга. Это даёт возможность широкой вариации технологий и режимов вне зависимости от сложившейся ситуации. В настоящее время на станции реализуются следующие проекты – использование в качестве обеззараживающего средства гипохлорита натрия; создание участка производства питьевой воды по технологии озонсорбции; передача промстоков в городскую канализационную систему.

Восточная станция водоподготовки была введена в эксплуатацию в 1937 г. одновременно с каналом имени г. Москвы. Мощность станции составляет 1400 куб. м воды в сутки. Она осуществляет подачу воды, взятой из реки Волга, и обеспечивает питьевой водой восточные, юго-восточные и частично центральный районы города. В системе московского водопровода Восточная станция имеет опытно-промышленную площадку, на которой отрабатываются современные технологические и конструктивные новации в области водоподготовки. Она явилась пионером масштабного внедрения в жизнь московского региона технологии озонирования питьевой воды.

Рублёвская станция водоподготовки – одна из старейших организаций, которая освоила процесс очистки природных вод поверхностных источников. Её мощность составляет 1680 тыс. куб. м в сутки, в том числе 640 тыс. куб. м воды приготавливается с использованием современной технологии озонсорбции. На протяжении всей истории Рублёвской станции совершенствовались её технологии водоочистки, внедрялись новые реагенты, наращивалась мощность.

В 2010 г. на станции была освоена технология глубокой переработки осадков. Это позволило исключить сброс промстоков в канализацию. Переработанные осадки ввиду своей нетоксичности (5-ый класс опасности) находят применение при мелиорации земель и в сельском хозяйстве. В настоящее время на станции проводятся работы по замене хлора на гипохлорит натрия.

Западная станция водоподготовки введена в эксплуатацию в 1964 г. Её мощность составляет 1700 тыс. куб. м в сутки, в том числе 500 тыс. куб. м воды в сутки приго-

тавливают с использованием современных технологий озонсорбции.

В 2006 г. было завершено строительство *Юго-Западной водопроводной станции*. Её работа осуществляется с использованием комплекса сооружений 1-го и 2-го подъёма Западной станции. В технологическую схему Юго-Западной водопроводной станции включены новые озонсорбционные и ультрафильтрационные процессы. Уникальность комплекса заключается в использовании практически всех современных технологий очистки воды, включая озонирование, сорбцию на порошковом активированном угле и мембранное фильтрование. На Юго-Западной станции применяют ультрафильтрационные половокнистые мембраны, которые в таком масштабе впервые используются в Европе при подготовке питьевой воды. Эти перспективные методы очистки улучшают качество воды. Они обеспечивают задержание микрочастиц размером до 0,01 микрона – вирусов, бактерий, паразитарных организмов, крупных молекул органических веществ при сохранении солевого состава природной воды.

В соответствии с Постановлением СФ ФС РФ от 27.12.2011 г. № 560-СФ «Об утверждении изменения границы между субъектами Российской Федерации – городом федерального значения Москвой и Московской областью» с 01 июля 2012 г. в состав московского региона включены земельные участки Московской области площадью 144 тыс. га. На сегодняшний день водоснабжение в старых границах г. Москвы на 100% осуществляется из поверхностных источников. Территория Новой Москвы на 32% обеспечивается Москворецко-Вазузской и Волжской водными системами, а на 68% – водой подземных резервуаров.

Таким образом, Московский регион обладает различными природными источниками, имеет несколько промышленных предприятий по подготовке качественной воды, использующих разнообразные современные технологии. Это предопределяет целесообразность и необходимость дальнейшей подготовки и публикации научно-методических обзоров, которые могут быть использованы в учебной практике.

Список литературы

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий на 2013–2014 годы»; Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04. 2014 № 301 // Интернет – портал правовой информации. URL: [http:// www.pravo.gov.ru/24/04/2014](http://www.pravo.gov.ru/24/04/2014) (дата обращения: 22.03.2018).
2. Об утверждении концепции Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2014–2020 годы»; Распоряжение Пра-

вительства Российской Федерации от 08.05.2013 № 760-П // Интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru/17/05/2013> (дата обращения: 22.03.2018).

3. Семенова И.В. Промышленная экология: учеб. пособие для вузов. – М.: ИЦ «Академия», 2009. – 536 с.

4. Экология города: учеб. пособие / В.В. Денисов, Е.С. Кулакова, В.В. Гутенев [и др.]. – Ростов н/Д.: Изд-во Феникс, 2015. – 568 с.

5. Ахтиманкина А.В. Промышленная экология: учебное пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2014. – 107 с.

6. Семенов В.А. Ресурсы поверхностных вод гор России и сопредельных территорий. – Горно-Алтайск: Изд-во Горно-Алтайского гос. ун-та, 2007. – 140 с.

7. Копосов Е.В. Экологическая, социальная и экономическая эффективность использования малых рек: монография / Е.В. Копосов, С.В. Соболев, А.В. Февралёв. – Н. Новгород: ИНГАС, 2009. – 265 с.

8. Семенова И.В. Некоторые аспекты использования глубоводных ресурсов московского региона // Журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–1. – С. 48–50.

9. Иванова Е.И. Мониторинг водных природных объектов г. Москвы / Е.И. Иванова, И.В. Семенова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2011. – № 1. – С. 45–46.

10. Семенова И.В. Приоритетные экотоксиканты в природных водах Подмосквья / И.В. Семенова, Н.Ю. Зыбина, Ю.И. Щеголева // Энергосбережение и водоподготовка. – 2013. – № 3 (83). – С. 57–60.

11. Хорошилов А.В. Физико-химическая модель образования карбоната кальция в слабощелочных растворах / А.В. Хорошилов, И.В. Семенова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2005. – № 5. – С. 25–27.

12. Семенова И.В. Условия осаждения железа из воды / И.В. Семенова, А.В. Хорошилов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 5. – С. 7–10.

13. Хорошилов А.В. Закономерности образования кальцита при щелочной обработке воды / А.В. Хорошилов, И.В. Семенова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2004. – № 3. – С. 20–23.

14. Марченко Е.М. Метод водоподготовки для предотвращения накипи и коррозии в системах промышленной энергетики / Е.М. Марченко, А.Б. Пермяков, И.В. Семенова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2011. – № 4. – С. 44–48.

15. Чичирова Н.Д. Традиционные и современные решения методов водоподготовки промышленной теплоэнергетики / Н.Д. Чичирова, И.Г. Ахметова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2016. – № 3 (101). – С. 8–14.