

Список использованных источников

1. Концепция совершенствования системы технического нормирования и стандартизации в строительстве на 2016-2020 годы.
2. Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность». ТР 2009/013/ВУ.
3. Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-319-2018.
4. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-320-2018.
5. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-321-2018.
6. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Классификация очистных сооружений сточных вод: СТБ 17.06.02-03-2015.
7. EN 12255-6 Wastewater treatment plants - Part 6: Activated sludge process
8. EPA. Wastewater Technology Fact Sheet Sequencing Batch Reactors
9. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Оценка потенциальной способности к биоразложению с использованием активного ила: ГОСТ 32295-2013.
10. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение биоразлагаемости при аэробных методах очистки: ГОСТ 32537-2013.

УДК502.63

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКИ МУХАВЕЦ

Волчек А. А., Таратенкова М. А.

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Введение

Гидрохимический режим природных вод, особенно речных, не остается постоянным во времени, что вызывает ряд вопросов, касающихся водоподготовки и очистки сточных вод. В настоящее время при проектировании сооружений водоподготовки не учитывается динамика изменения качества природных вод, что приводит к возникновению сложностей на этих станциях и зачастую к увеличению затрат на подготовку воды надлежащего качества. Поэтому при принятии проектных решений требуется обоснование расчетных значений гидрохимических характеристик. Одним из способов решения данного вопроса может стать статистическое моделирование гидрохимического режима природных вод. Применение статистических методов моделирования позволяет обосновать вероятные значения гидрохимических параметров речных вод.

Цель данной работы – обоснование статистической модели, позволяющей описать динамику показателей качества природных вод.

Исходные данные и методы исследования

Исходными данными послужили временные ряды по следующим гидрохимическим показателям р. Мухавец в створе г. Бреста: взвешенные вещества, растворенный кислород, химическое потребление кислорода, минерализация общая, удельная электропроводность. Для анализа использованы среднемесячные гидрохимические показатели в период с 2010 по 2017 гг. Река Мухавец является типичной рекой Белорус-

ского Полесья, что с определенной степенью точности позволит переносить полученные результаты на другие реки Полесья.

Полученные результаты и их обсуждение

По результатам исследования выявлено, что распределение вероятностей таких показателей качества воды, как растворенный кислород, взвешенные вещества, общая минерализация, ХПК, удельная электропроводность подчиняется двухпараметрическому логнормальному закону [1]:

$$F(x) = \Phi(\alpha \ln x - \beta), \quad (1)$$

где α и β – введенные агрегированные параметры.

В ходе анализа исходной гидрохимической информации построены статистические распределения показателей качества речной воды р. Мухавец и их аппроксимация теоретическими распределениями $F(x)$. Некоторые из них представлены на рисунках 1-3. Параметры логнормальных распределений сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры логнормального распределения $F(x) = \Phi(\alpha \ln x - \beta)$ для показателей качества природных вод

Показатель	Коэффициенты		
	α	β	детерминации(R^2)
Общая минерализация, мг/дм ³	0,11	0,14	1,00
Взвешенные вещества, мг/дм ³	0,27	0,09	0,99
Растворенный кислород, мгО ₂ /дм ³	0,56	0,71	0,99
ХПК, мгО ₂ /дм ³	0,20	0,24	1,00
Удельная электропроводность, мк С/см ²	0,11	0,15	1,00

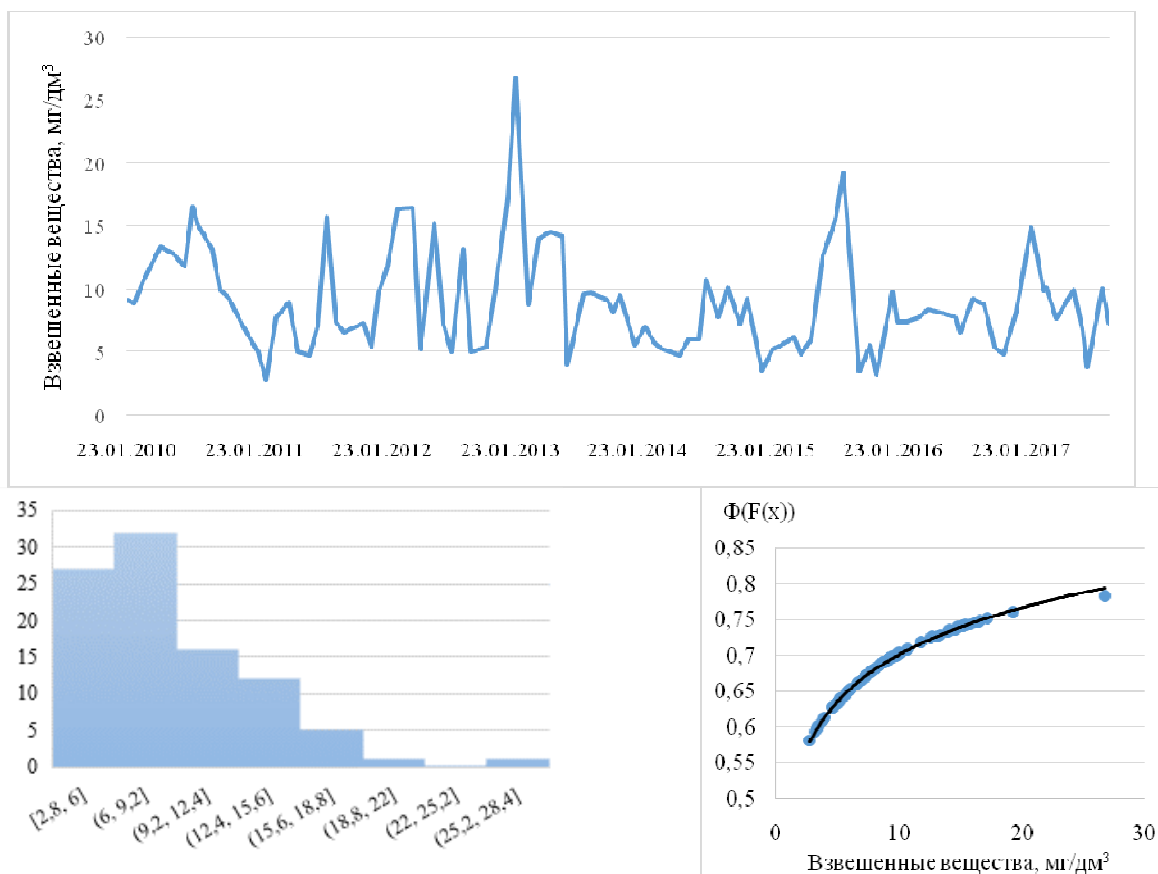


Рисунок 1 – Временной ряд, гистограмма и функция распределения взвешенных веществ

Содержание взвешенных веществ варьируется в пределах от 2,8 до 26,8 мг/дм³ (рис. 1). Увеличение содержания взвешенных веществ происходит в весенне-летний период, и снижение – в зимний период. Среднее значение взвешенных веществ за наблюдаемый период 9,0 мг/дм³. Максимальное значение данного показателя приходится на февраль 2013 года. Это связано с потеплением и периодом паводков. Интенсивное таяние снегов повлекло за собой вынос взвешенных веществ с прилегающих территорий в реку. Пиковое значение, приходящееся на сентябрь 2015 года, объясняется снижением расхода воды в реке, что приводит к концентрации загрязнений в воде.

Варьирование показателя растворенного кислорода наблюдается в пределах 4,6 – 12,0 мг О₂/дм³. Понижение растворенного кислорода фиксируется в период летней межени. Объясняется это снижением расхода воды в реке, повышением температурного режима и, как следствие, интенсивным развитием растительности в водотоках. По нормативам [1] ПДК не должен быть ниже 6,0 мг/дм³.

Концентрация растворенного кислорода указывает на процессы, проходящие в поверхностных водах. Так, малое его содержание является свидетельством интенсивных окислительных процессов, происходящих в водотоках. Помимо этого, кислород расходуется на дыхание живых организмов, обитающих в данном орееоле.

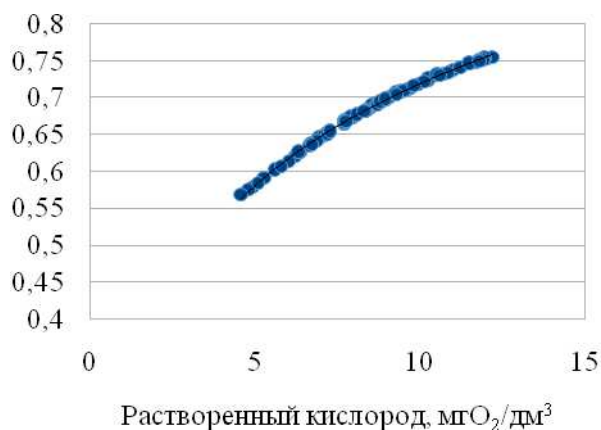
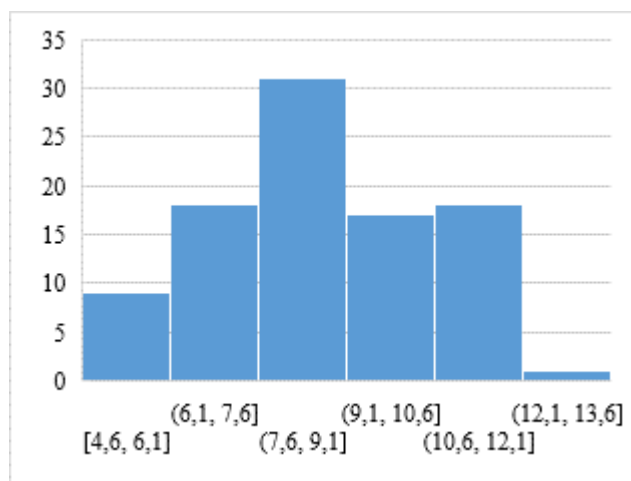
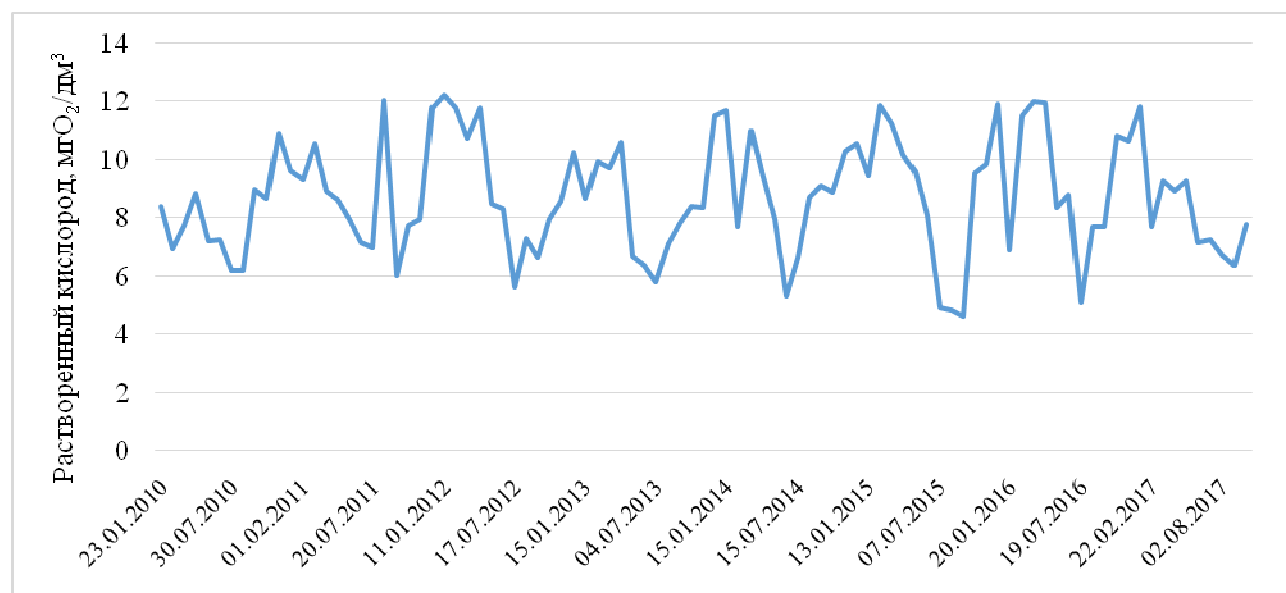


Рисунок 2 – Временной ряд, гистограмма

и функция распределения растворенного кислорода

Повышенное значение показателя ХПК_{Cr} (рис. 3) свидетельствует о содержании неорганических загрязняющих веществ. Пределы варьирования данного показателя – от 26,6-58,8 мгО₂/дм³. Наблюдается некоторая сезонная изменчивость данного показателя: снижение фиксируется в зимние месяцы, повышение – в летние. Однако превышение ПДК (30 мгО₂/дм³) происходит на протяжении всего наблюдаемого периода.

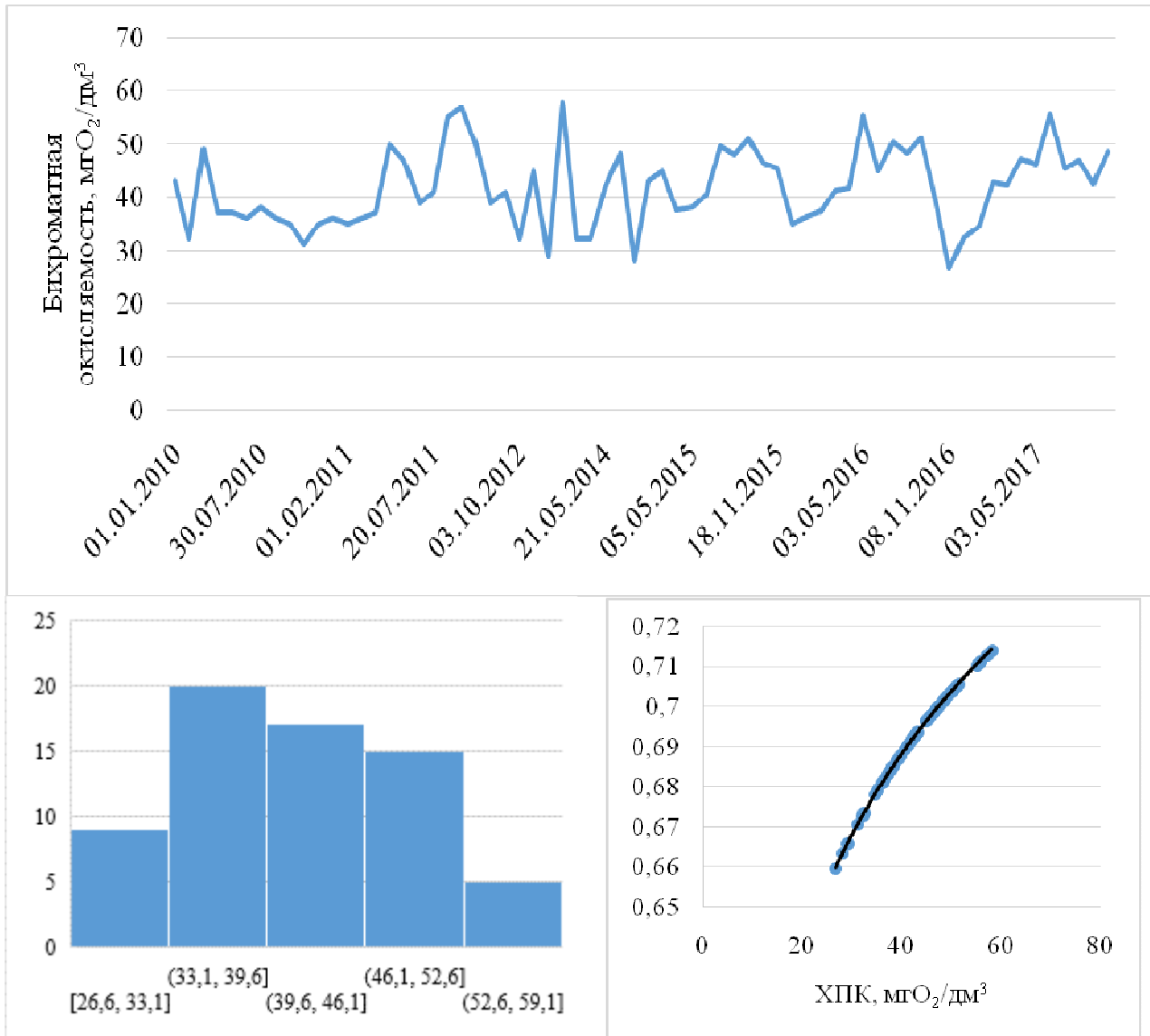


Рисунок 3 – Временной ряд, гистограмма и функция химического потребления кислорода

Показатель общей минерализации варьируется в пределах 251 – 436 мг/дм³ (рис.4). Среднемесячное значение за наблюдаемый период 338 мг/дм³. Проводя сравнение данных с фоновыми значениями, за которые приняты наблюдения 1959-1960 гг. (табл.2), можно сделать вывод о повышении минерализации и содержания ионов в воде реки. Причиной тому является увеличивающаяся антропогенная нагрузка.

Таблица 2 – Минерализация и анионы в р. Мухавец [2]

Период наблюдения	Минерализация, мг/дм ³	Гидрокарбонат-ион, мг/дм ³	Хлорид-ион, мг/дм ³	Кальций-ион, мг/дм ³	Магний-ион, мг/дм ³
пик половодья	75,0-90,0	30,0-40,0	1,0-2,0	15,0-20,0	3,0-4,0
летняя межень	200-300	80-150	2,0-3,0	30,0-40,0	8,0-10,0

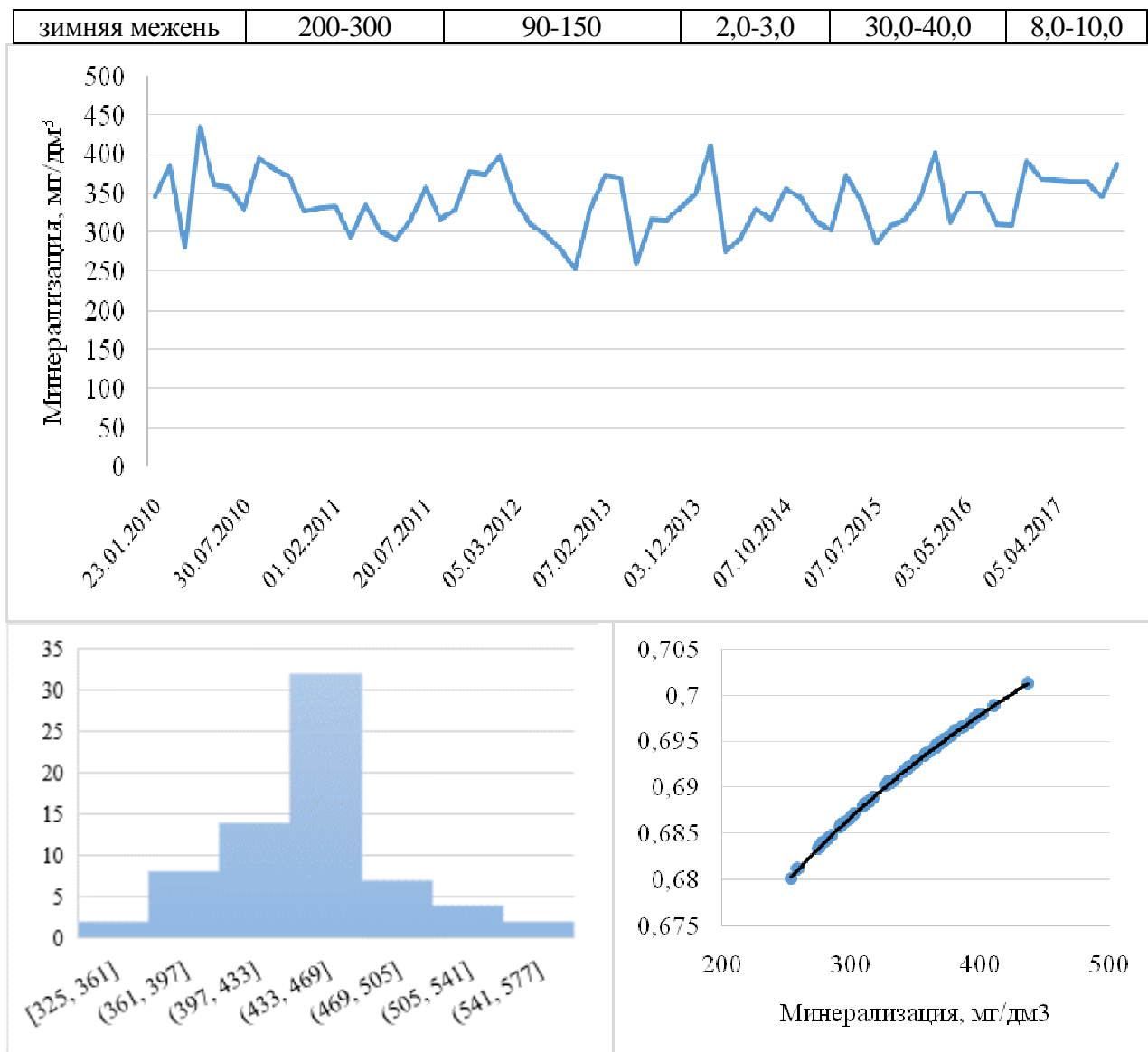


Рисунок 4 – Временной ряд, гистограмма распределения и функция распределения минерализации

Показатель удельной электропроводности варьируется в пределах от 325-546 мкС/см² (рис. 5). При анализе временного ряда можно проследить тенденцию к увеличению данного показателя.

Заклучение

Полученные данные могут быть использованы при проектировании и эксплуатации станций водоподготовки, мероприятий по охране водных экосистем, при разработке нормативных значений допустимых сбросов и др.

Полученная статистическая модель свидетельствует о том, что распределение вероятностей таких показателей как общая минерализация, удельная электропроводность, взвешенные вещества, растворенный кислород и химическое потребление кислорода, подчиняются двухпараметрическому логнормальному закону.

Полученные статистические распределения позволят находить вероятность различных гидрохимических событий. С учетом того, что река Мухавец является типичной для Белорусского Полесья, то полученная модель может быть применима и для других рек данного региона с некоторыми допущениями.

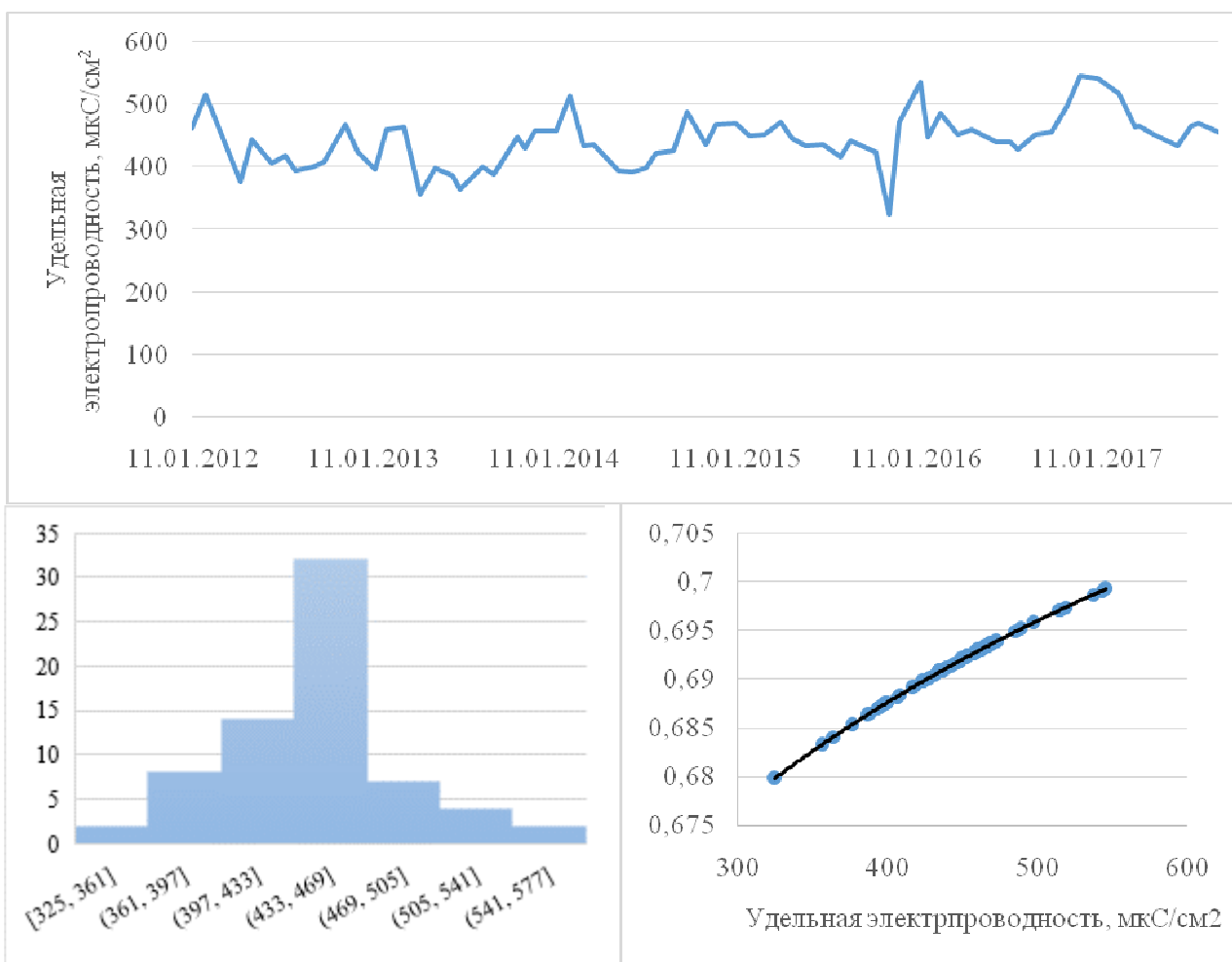


Рисунок 5 – Временной ряд, гистограмма распределения и функция распределения удельной электропроводности

Список использованных источников

1. Долгоносов, Б.М. Сезонные изменения в распределении вероятностей показателей качества речной воды / Б.М. Долгоносов, К.А. Корчагин // Водные ресурсы, 2014.– №1. – С. 39-48.
2. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30 марта 2015 г. №13.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР / под ред. З.И. Мироненко.– Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т.5: Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – 720 с.

УДК 628.16

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НИТРАТОВ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Андреюк С. В., Житенев Б. Н.

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Многофакторный эксперимент широко используется в современной научной деятельности и является эффективным средством обработки и планирования экспериментальных исследований [1]. Планированием многофакторного эксперимента назы-