

В. Б. Мокін¹
 О. Б. Мокін¹
 О. М. Давидюк¹
 М. А. Гораш¹
 А. М. Лучко¹
 І. В. Варчук¹
 М. В. Дратований¹

Передбачення показників якості води у річці з використанням моделей часових рядів і методів бібліотеки Prophet

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження можливостей передбачення показників якості води у річці з використанням моделей часових рядів і методів бібліотеки Prophet.

Ключові слова: передбачення, системний аналіз, якість води річки, часові ряди, Prophet.

Abstract

Possibilities of predicting water quality indicators in the river were investigated using time series models and prophet library methods.

Keywords: prediction, system analysis, river water quality, time series, prophet.

Вступ

Проблема довго- та короткострокового передбачення показників якості води у річці з використанням моделей часових рядів і методів бібліотеки Prophet є важливою задачею і для завчасного вибору і впровадження технологій захисту екологічного стану річок, і для виявлення ключових причин погіршення цього стану, і для різних цілей водокористування. Ця задача ускладнюється сезонністю (річною, сезонною по порах року, місячною) подібних змін, пропусками даних, значною стохастичністю відповідних часових рядів тощо.

Дана стаття присвячена дослідженню можливостей передбачення показників якості води за допомогою бібліотеки Prophet на прикладі біохімічного споживання кисню, визначеного у пробі за 5 днів («БСК5»), біля водозабору КП «Вінницяводоканал» на р. Південний Буг за даними Державного агентства водних ресурсів України за 1994-2019 рр. [1] (рис. 1).

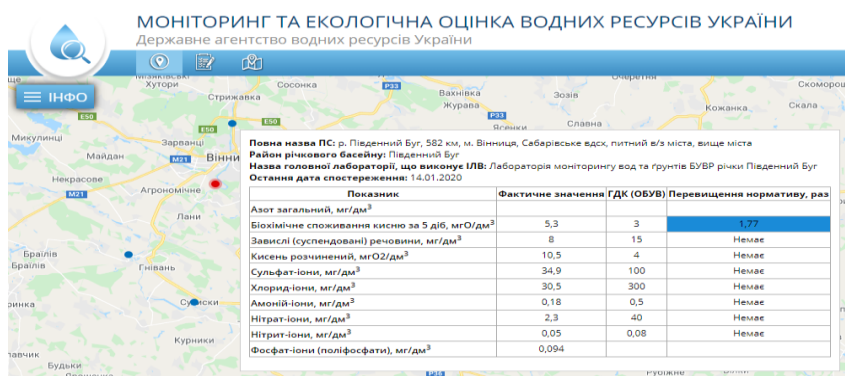


Рис. 1. Місце розташування створу [1]

Результати дослідження

З використанням відомих джерел та власного досвіду [2-5] на Python 3.x розроблено програму, яка застосовує бібліотеку Prophet і здійснює передбачення «БСК5» у вище зазначеному створі. Використано такі можливості цієї бібліотеки:

- лінійний тренд з 4-ма можливими точками зміни тренду від усіх 100% даних;
- річна сезонність (365,25, днів);
- сезонність по порах року (365,25/4, днів);
- місячна сезонність (365,25/12, днів);
- зроблено передбачення на 2 роки вперед;
- візуалізація усіх складових та компонентів;
- для усіх трьох сезонних компонентів використана модель на основі рядів Фур'є порядку 2 або 6 адитивна або мультиплікативна – проведено моделювання для усіх 4 варіантів (рис. 2-5).

Зауважимо, що на рис. 2-5 графіки для тренду та сезонних компонентів бібліотека Prophet будує не для справжніх, а для – нормованих даних, тому їх можна порівнювати тільки між собою.

З рисунків 2-5 випливають такі висновки:

- 1) тренд постійно зростає, тобто забруднення річки дедалі збільшується;
- 2) значення тренду змінюються в діапазоні [4,4; 5,2], тобто амплітуда складає приблизно 1,35 одиниць;
- 3) річна сезонність має значний вплив, оскільки значення коливаються у таких межах:
 - рис. 2 – в межах [-0.9; 0,45], амплітуда коливання 1,35 складає [26-30,6]% від значень тренду;
 - рис. 3 – в межах [-1.5; 0,8], амплітуда коливання 2,3 складає [44-49]% від значень тренду;
 - рис. 4 – в межах [-0.9; 0,6], амплітуда коливання 1,5 складає [28-32,6]% від значень тренду;
 - рис. 5 – в межах [-1.5; 0,99], амплітуда коливання 2,49 складає [48-52,6]% від значень тренду;
- 4) сезонність по порах року має значний вплив, оскільки значення коливаються у таких межах:
 - рис. 2 – в межах [-0.8; 0,55], амплітуда коливання 1,35 складає [26-30,6]% від значень тренду;
 - рис. 3 – в межах [-1.2; 0,9], амплітуда коливання 2,1 складає [40-44,6]% від значень тренду;
 - рис. 4 – в межах [-0.9; 0,55], амплітуда коливання 1,45 складає [28-32,6]% від значень тренду;
 - рис. 5 – в межах [-0.8; 0,4], амплітуда коливання 2,3 складає [44-48,6]% від значень тренду;
- 5) сезонність по порах року має значний вплив, оскільки значення коливаються у таких межах:
 - рис. 2 – в межах [-0.6; 0,4], амплітуда коливання 1,0 складає [19,2-23,8]% від значень тренду;
 - рис. 3 – в межах [-1.5; 0,9], амплітуда коливання 2,4 складає [46-50,6]% від значень тренду;
 - рис. 4 – в межах [-0.75; 0,45], амплітуда коливання 1,2 складає [23-27,6]% від значень тренду;
 - рис. 5 – в межах [-1.5; 0,95], амплітуда коливання 2,45 складає [48-52,6]% від значень тренду;
- 6) зростання порядку рядів Фур'є дозволяє більш гнучко врахувати особливості впливу різних видів сезонності, але зростає ймовірність надмірного врахування (так зване «перенавчання» моделі);
- 7) адитивність та мультиплікативність врахування сезонності ніяк не впливає на результат (результат перевірявся неодноразово), тому рекомендується враховувати адитивний варіант, який легше трактувати.

Висновки

Розглянуто проблему довго- та короткострокового передбачення показників якості води у річці з використанням моделей часових рядів і методів бібліотеки Prophet. Досліджено різні можливості цих методів і моделей. Виявлено, що рівень забруднення річки дедалі збільшується, а якість – погіршується, тобто слід вживати негайних заходів щодо захисту водної екосистеми басейну р. Південний Буг вище водозабору КП «Вінницяводоканал» м. Вінниці.

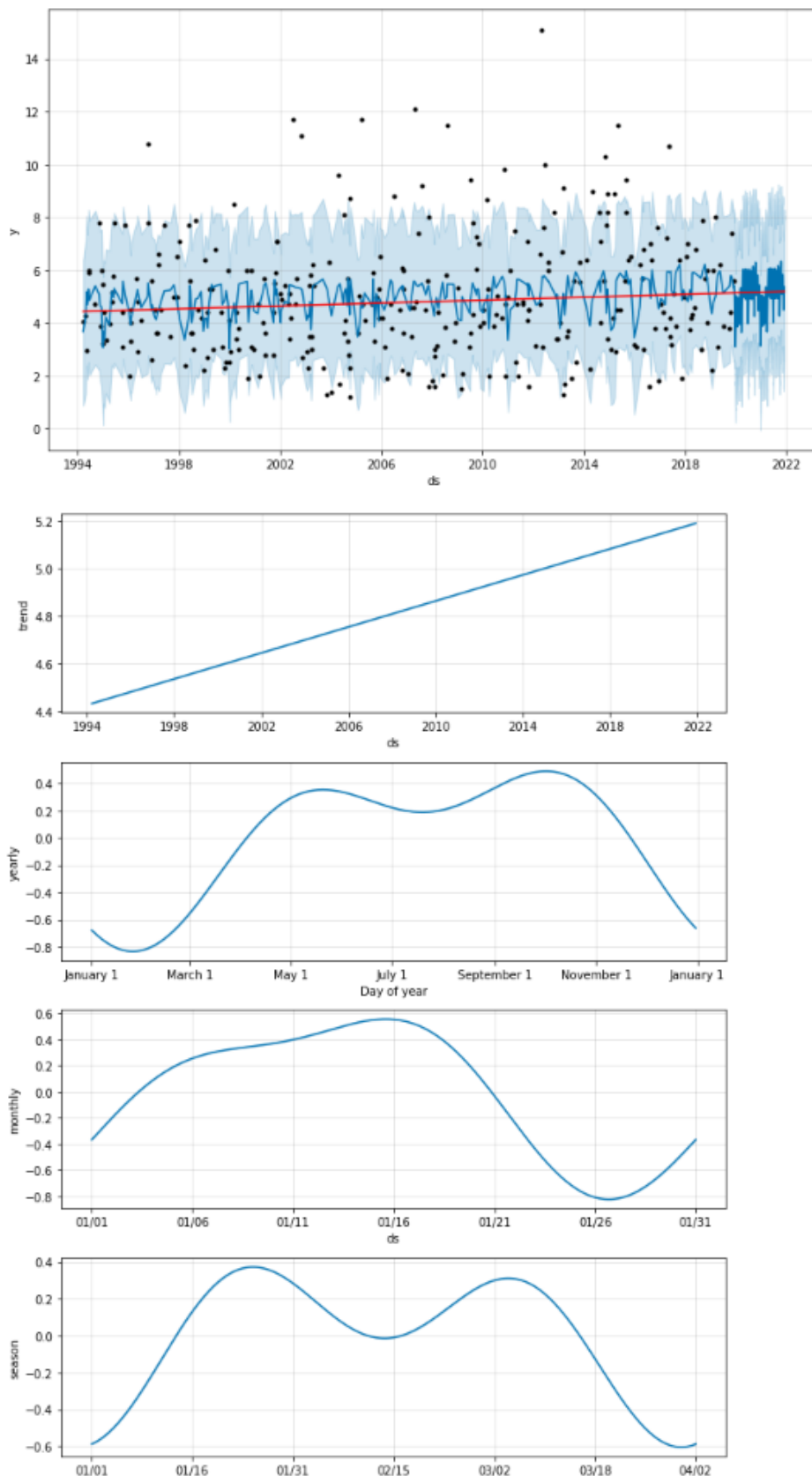


Рис. 2 – Передбачення на 2 роки значення БСК5 біля водозабору КП «Вінницяводоканал» за даними 25 років з лінійним трендом з 4-ма точками зміни тренду та урахуванням адитивної сезонності (річної, місячної та по порох року) на основі рядів Фур'є з кількістю членів (порядком) 2

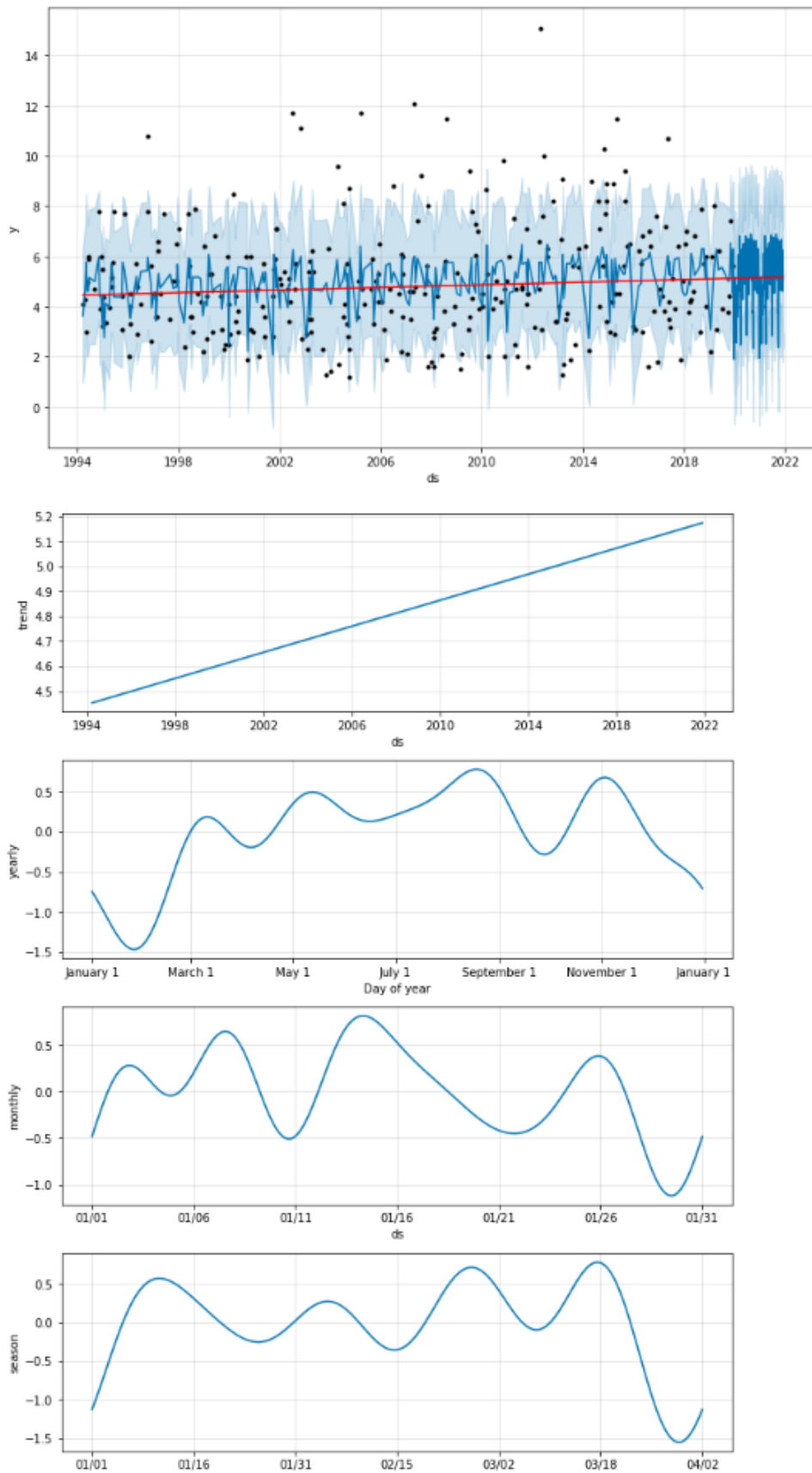


Рис. 3 – Передбачення на 2 роки значення БСК5 біля водозабору КП «Вінницяводоканал» за даними 25 років з лінійним трендом з 4-ма точками зміни тренду та урахуванням адитивної сезонності (річної, місячної та по порах року) на основі рядів Фур'є з кількістю членів (порядком) 6

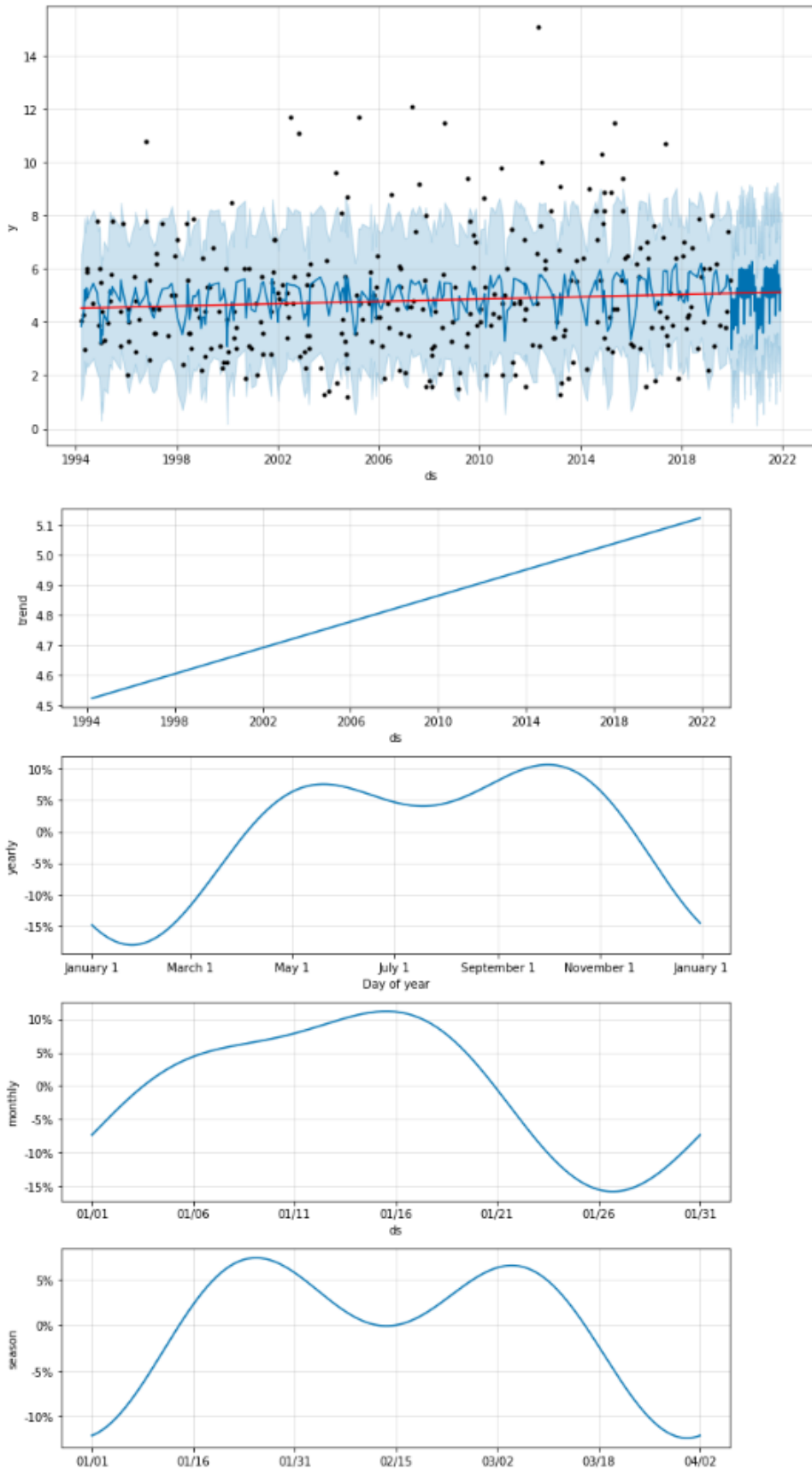


Рис. 4 – Передбачення на 2 роки значення БСК5 біля водозабору КП «Вінницяводоканал» за даними 25 років з лінійним трендом з 4-ма точками зміни тренду та урахуванням мультиплікативної сезонності (річної, місячної та по порах року) на основі рядів Фур'є з кількістю членів (порядком) 2

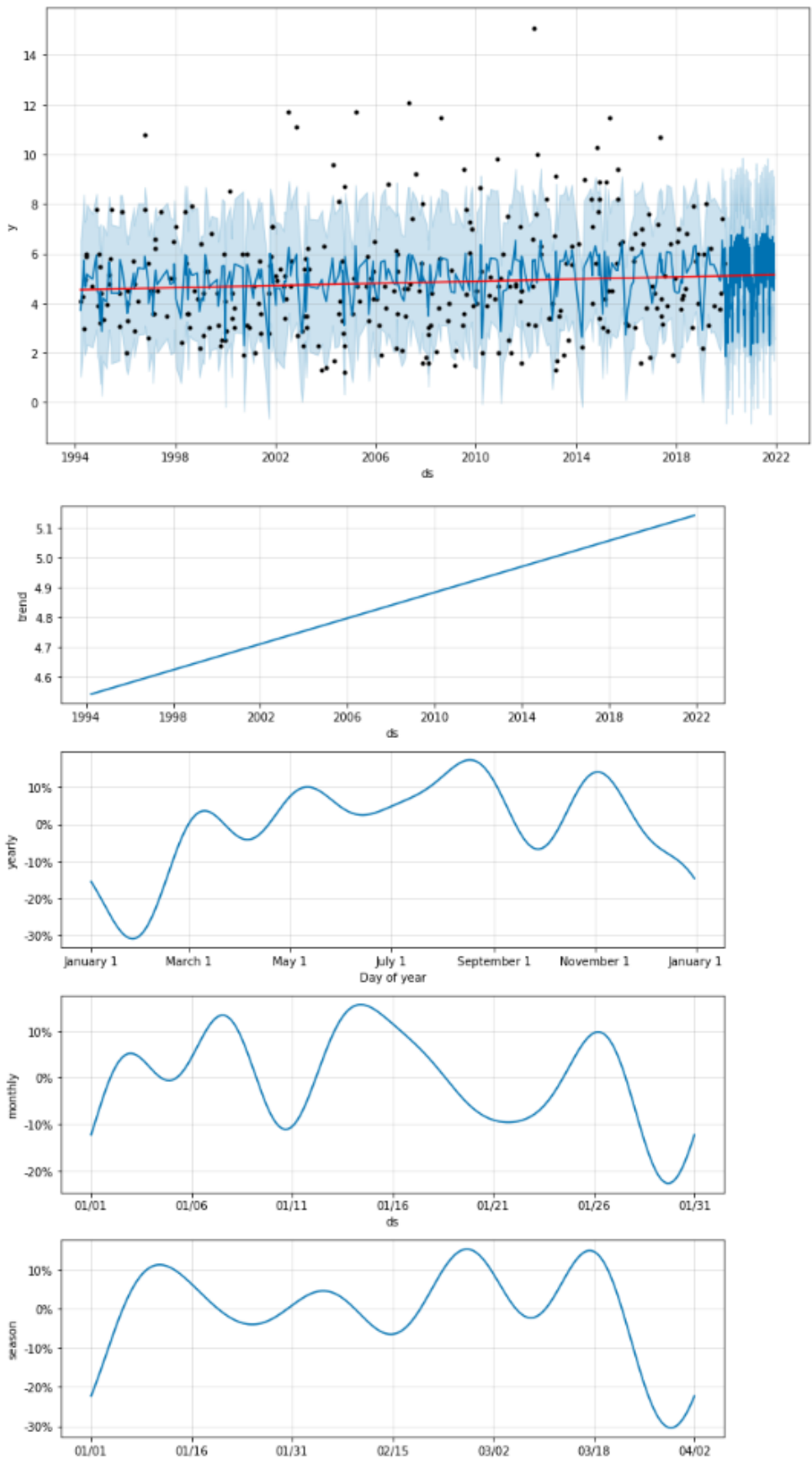


Рис. 5 – Передбачення на 2 роки значення БСК5 біля водозабору КП «Вінницяводоканал» за даними 25 років з лінійним трендом з 4-ма точками зміни тренду та урахуванням мультиплікативної сезонності (річної, місячної та по порях року) на основі рядів Фур'є з кількістю членів (порядком) 6

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України [Електронний ресурс] / Державне агентство водних ресурсів України – Режим доступу до ресурсу: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>.
2. Документація бібліотеки Prophet / Facebook [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://facebook.github.io/prophet/docs/quick_start.html.
3. Vitalii Mokin. Data Science for tabular data: Advanced Techniques [Електронний ресурс] / Vitalii Mokin. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kaggle.com/vbmokin/data-science-for-tabular-data-advanced-techniques>.
4. Time Series based Air Pollution Forecasting using SARIMA and Prophet Model / K. Krishna Rani Samal, Korra Sathya Babu, Santosh Kumar Das, Abhirup Acharaya. // ITCC 2019: Proceedings of the 2019 International Conference on Information Technology and Computer Communications. – 2019. – С. 80–85. URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3355402.3355417>.
5. Ziyuan Ye. Air Pollutants Prediction in Shenzhen Based on ARIMA and Prophet Method / Ziyuan Ye. // E3S Web Conf. International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2019). – 2019. – №136. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/62/e3sconf_icbte2019_05001/e3sconf_icbte2019_05001.html.

Мокін Віталій Борисович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vbmokin@gmail.com.

Мокін Олександр Борисович — д-р техн. наук, професор кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: abmokin@gmail.com.

Давидюк Оксана Миколаївна – аспірант кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, davydyuk-ok@ukr.net.

Гораш Микола Анатолійович — аспірант кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kolia28011994@gmail.com.

Лучко Андрій Михайлович - аспірант кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, andriyluchko@gmail.com.

Варчук Ілона Вячеславівна — канд. техн. наук, доцент кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ilona.varchuk@gmail.com.

Дратований Михайло Володимирович — асистент та аспірант кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, mishadratovany@gmail.com.

Mokin Vitalii B. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vbmokin@gmail.com.

Mokin Oleksandr B. — Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Department of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: abmokin@gmail.com.

Davydyuk Oksana M. – postgraduate student of the Department of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, davydyuk-ok@ukr.net.

Horash Mykola A. – postgraduate student of the Department of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, kolia28011994@gmail.com.

Luchko Andrii M. – postgraduate student of the Department of Systems Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, andriyluchko@gmail.com.

Varchuk Ilona. V. — PhD, Ass. Prof. of the Department of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ilona.varchuk@gmail.com.

Dratovany Mikhail V. – Assistant and postgraduate student of the Department of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mishadratovany@gmail.com.