

Национальный научный центр
«Институт виноградарства и виноделия им. В. Е. Таирова»,
Украина

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИКИ И ТРЕНДА РЕЖИМА ЗАМОРОЗКОВ В ВИНОГРАДАРСКОЙ ЗОНЕ УКРАИНЫ

Представлена характеристика динамики и тренда показателей режима заморозков на территории Одесской области по четырем основным станциям виноградарской зоны. Дан анализ многолетних наблюдений основных показателей режима заморозков за период с 1945 по 2009 года.

Ключевые слова: виноград, заморозки, динамика и тренд, показатели заморозкоопасности.

Весенние и осенние заморозки в умеренном поясе – нормальное климатическое явление для переходных сезонов года. Они становятся опасными для сельскохозяйственных культур только в случаях наступления их поздней весной или ранней осенью во время вегетационного периода. Сведения о заморозках необходимы для оценки заморозкоопасности территории, решения вопросов о рациональном размещении наиболее теплолюбивой группы культур, определения вероятности гибели цветков и завязей плодовых культур. Заморозком называют понижение минимальной температуры воздуха до 0 °С и ниже на поверхности почвы или в травостое в период вегетации на фоне положительных средних суточных температур. При этом возможны ситуации наличия заморозков на поверхности почвы при их отсутствии в воздухе. Для более эффективного обеспечения сельского хозяйства по территории данными об условиях заморозкоопасности необходима характеристика изменчивости его временного ряда.

Основным показателем изменения временного ряда является его линия тренда. Тренды могут быть описаны различными уравнениями — линейными, логарифмическими, степенными и т. д. Фактический тип тренда устанавливают на основе подбора его функциональной модели статистическими методами либо сглаживанием исходного временного ряда. [1]

Целью данной работы является определение и оценка трендов основных показателей заморозкоопасности в Одесской области.

Материалы и методы. Исходной информацией послужили данные наблюдений на станциях Одесса, Сарата, Болград и Измаил за период с 1945 по 2009 года. Для обработки этой информации использовались статистические методы – метод статистического анализа, метод наименьших квадратов и др.

Для определения хода скользящего тренда принимается линейный закон изменения за отдельные фазы. На основе фактического ряда предварительно образуют скользящие серии одинаковой длины k и рассчитываются уравнения линейных отрезков вида:

$$Y_i(t) = a_i + b_i t, \quad (i=1,2,3,\dots, n-k+1), \quad (1.1)$$

где n – длина ряда (общее число точек); k – число сглаживаемых точек. Общее число уравнений равно $n-k+1$, причем для

$$i=1 \quad t = 1,2,\dots$$

$$i=2 \quad t = 2,3, \dots, k+1$$

$$i=3 \quad t = 3,4, \dots, k+2.$$

Для $i = n - k + 1, \quad t = n - k + 1, n - k + 2, \dots$

Параметры a_i и b_i в уравнениях определяются методом наименьших квадратов [2]. Значения каждой функции $Y_i(t)$ в каждой точке осредняют по полученным уравнениям следующим образом:

$$\bar{Y}_j(t) = \frac{1}{g_j} \sum_{i=1}^{g_j} Y_i(t), \quad j = 1,2,3,\dots,g_j, \quad (1.2)$$

где g_j – количество определений $\bar{Y}_j(t)$ в каждой точке.

Предсказываемое значение

$$\bar{Y}_{(t+1)} = Y_t + \bar{W}_{t+1}, \quad (1.3)$$

где \bar{W}_{t+1} - средний прирост функции $f(t)$.

Он вычисляется по выражению:

$$\bar{W}_{t+1} = \sum_{i=1}^{n-1} C_{t+1}^n - W_{t+1}, \quad (1.4)$$

где W_{t+1} - прирост функции $f(t)$, определяемый как

$$W_{t+1} = f_{(t+1)} - f_{(t)} = \bar{Y}_{t+1} - \bar{Y}_t. \quad (1.5)$$

В случае полиномиального тренда временной ряд представляется в виде:

$$y(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \dots + \alpha_k t^k + \varepsilon(t) = \alpha_i t^i + \varepsilon(t) \quad (1.6)$$

В основе построения тренда использовался метод наименьших квадратов, как наиболее подходящий для нашего анализа. Метод наименьших квадратов — математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов некоторых функций от искомых переменных. Он может использоваться для "решения" переопределенных систем уравнений (когда количество уравнений превышает количество неизвестных), для поиска решения в случае обычных (не переопределенных) нелинейных систем уравнений, для аппроксимации точечных значений некоторой функцией. Метод наименьших квадратов является одним из базовых методов регрессионного анализа для оценки неизвестных параметров регрессионных моделей по выборочным данным [3].

В работе используются данные по показателям режима заморозкоопасности, полученные на высоте 2 м от поверхности почвы в метеорологической будке – «в воздухе». В качестве основных – были выбраны показатели: дат наступления заморозков весной и их прекращения осенью, а так же – продолжительность беззаморозкового периода (число дней без заморозков).

Результаты исследований. Наиболее позднее наступление весенних заморозков наблюдается на станции Болград (27 апреля), а также на этой станции отмечается раннее наступление – 17 марта. Диапазон изменчивости для интенсивности весенних заморозков составляет от -1,1 до -1,4 °С. Наибольшая интенсивность наблюдается на станции Измаил (-1,4 °С). Наиболее ранее прекращение осенних заморозков наблюдалось 5 сентября на станции Одесса, а позднее по всем станциям – 17 декабря. Диапазон изменчивости для осенних заморозков составляет от -1,5 до -1,7 °С. Наименьшее количество дней без заморозков наблюдается на станции Сарата (182 дня), а наибольшее – на станциях Болград и Измаил (198 дней) (табл.1).

Таблица 1

Показатели режима заморозков Одесской области

	Одесса	Сарата	Болград	Измаил	F
<i>Весна</i>	8.04	16.04	8.04	7.04	9 дней
Дата раннего наступления	21.03	23.03	17.03	23.03	6 дней
Дата позднего наступления	05.05	01.05	27.04	01.05	9 дней
Интенсивность заморозка	-1,3	-1,1	-1,2	-1,4	-1,1...-1,4
Min	-4,3	-5,3	-8,7	-5,3	-4,3...-8,7
Max	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0...-0,1
<i>Осень</i>	22.10	15.10	23.10	22.10	8 дней
Дата раннего Прекращения	05.09	15.09	28.09	15.09	23 дня
Дата позднего прекращения	30.11	17.12	17.12	17.12	13 дней
Интенсивность заморозка	-1,5	-1,6	-1,5	-1,7	-1,5...-1,7
Min	-4,4	-5,6	-4,7	-5,6	-4,4...-5,6
Max	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0...-0,1
$N_{\text{б/н}}$	197	182	198	198	16 дней
Min	137	135	166	155	31 дней
Max	235	229	235	264	35 дней

F – диапазон изменчивости; *Весна* – дата наступления весенних заморозков; *Осень* – дата наступления осенних заморозков; $N_{\text{б/н}}$ – продолжительность беззаморозкового периода, дни.

Одной из важнейших характеристик заморозков для различных сельскохозяйственных культур и, особенно, винограда является его интенсивность. Нами выполнен анализ динамики и тренда интенсивности заморозков на исследуемых станциях за период с 1945 по 2009 год.

Большой интерес представляет собой характеристика режима весенних заморозков, так как весенние заморозки губят урожай не только текущего года, но и могут повредить урожай последующего, а так же полностью погубить растение.

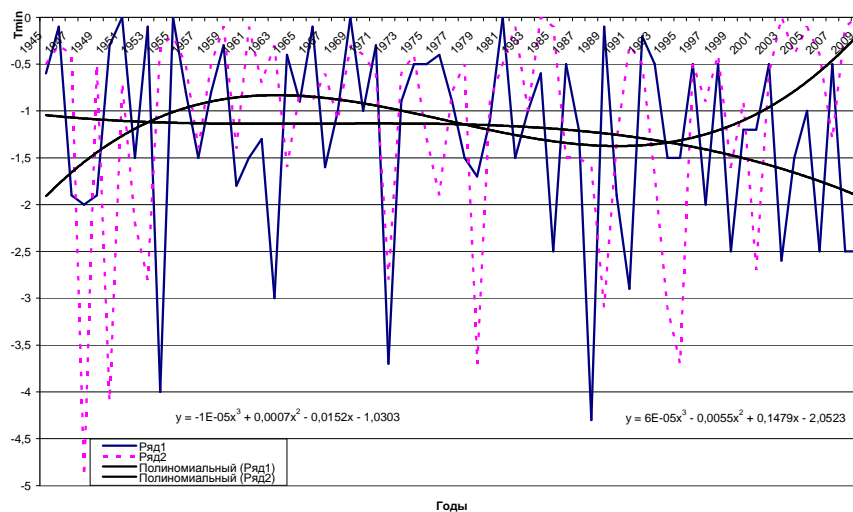


Рис. 1а. Динамика и тренд интенсивности первого весеннего заморозка на станциях Одесса (Ряд 1) и Сарата (Ряд 2).

Как и в случаи с осенними заморозками, интенсивность весенних заморозков на станции Сарата весьма отличается от года к году, однако общий ход, описанный линией тренда, характеризует их снижение, а затем небольшое увеличение (Рис. 1а). Наивысшее значение $-4,8^{\circ}\text{C}$, было зафиксировано в 1949 году, а наименьшее (0°C) отмечалось в 1985, 2004 и 2009 годах.

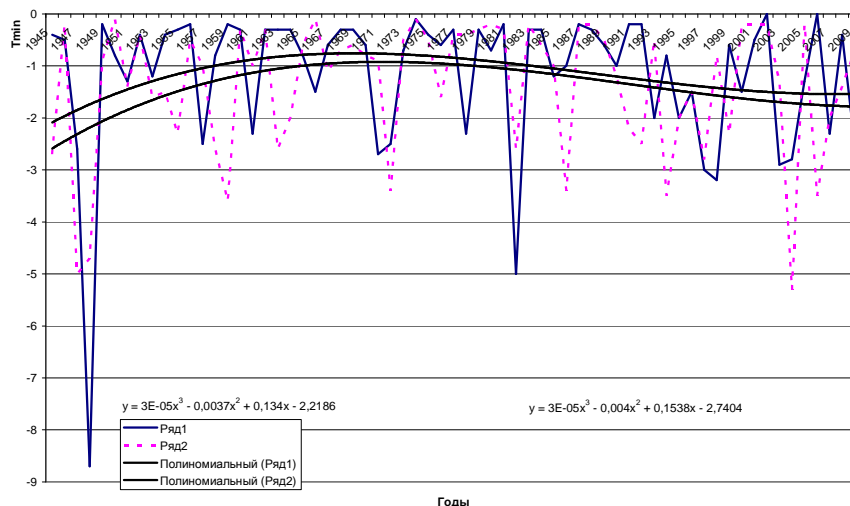


Рис. 1б. Динамика и тренд интенсивности первого весеннего заморозка на станциях Болград (Ряд 1) и Измаил (Ряд 2).

Интенсивность весенних заморозков на станции Одесса так же изменяется от года к году, однако тренд для этой станции практически не менялся до 1985 года с небольшим возрастанием его в последующие годы. Свои максимальные значения интенсивность достигла в 1954 и в 1988 годах и составила $-4,0$ и $-4,3^{\circ}\text{C}$ соответственно. Средняя дата прекращения последнего весеннего заморозка на станции Одесса составила 8 апреля, на станции Сарата - 16 апреля, а средняя их интенсивность составила для этих станций соответственно $-1,3$ и $-1,1^{\circ}\text{C}$.

Интенсивность последних весенних заморозков на станциях – Болград и Измаил (Рис. 1б) весьма отличается от интенсивности на станциях Одесса и Сарата. Тут наблюдается снижение интенсивности до 1973 года, а затем плавное возрастание для обеих станций, что описано линией тренда.

Следует отметить, что наибольшая интенсивность заморозков на станции Болград составила $-8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1949 году, на станции Измаил $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1947. Наименьшая – $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ на ст. Болград в 2002 и в 2006 годах, а на станции Измаил $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1967, 1981, 2011, 2002 и в 2005 годах. Средняя дата прекращения последнего весеннего заморозка составила на ст. Болград 8 апреля, а на ст. Измаил – 7 апреля. Интенсивности последних осенних заморозков на станциях Одесса и Сарата (рис. 2а) весьма отличны. Линия тренда для станции Одесса (Ряд 1) свидетельствует о плавном увеличении интенсивности, начиная с 1945 года и по 1989 год, с их последующим их снижением. Наибольшая интенсивность наблюдалась в 1970 году и составила $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а наименьшая, $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1956 и 1974 годах ($-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

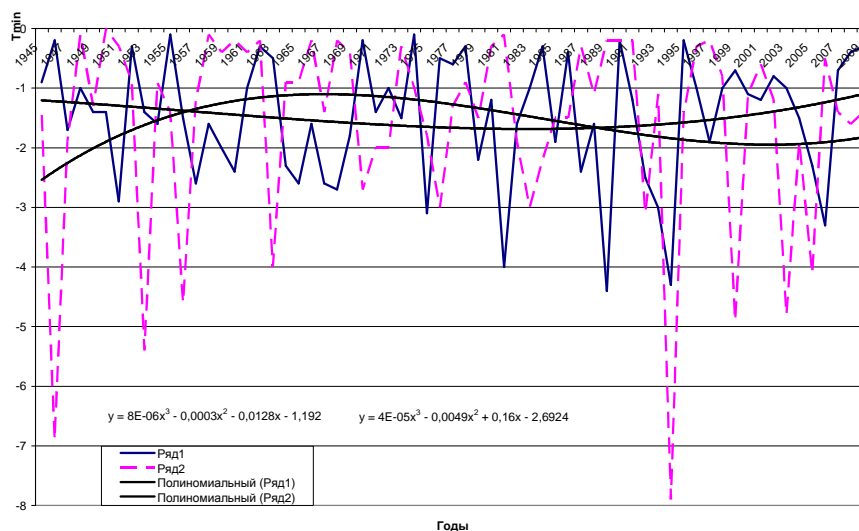


Рис. 2а. Динамика и тренд интенсивности осеннего заморозка на станциях Одесса (Ряд 1) и Сарата (Ряд 2).

На станции Сарата отмечались одни из самых больших интенсивностей осенних заморозков. Однако, следует отметить, что линия тренда свидетельствует о понижении интенсивности, при незначительных её колебаниях. Наибольшие величины составили $-6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1947 году и $-7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1995 году. Интенсивность $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ как наименьшая, была зафиксирована в 1951 году.

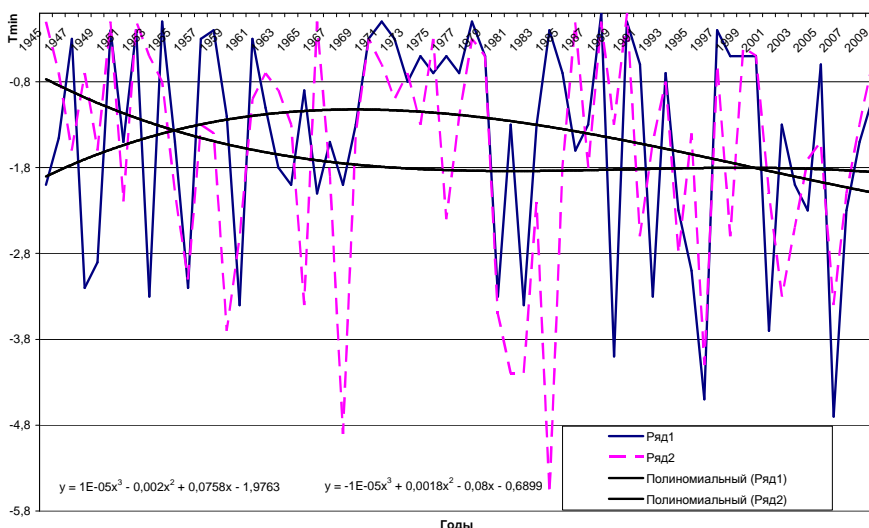


Рис. 2б. Динамика и тренд интенсивности осеннего заморозка на станциях Болград (Ряд 1) и Измаил (Ряд 2).

Средняя дата наступления последнего осеннего заморозка на станции Одесса составила 22 октября, а на станции Сарата на 7 дней раньше – 15 октября. Средняя интенсивность заморозков на этих станциях соответственно составила $-1,5$ и $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Сравнивая интенсивности последних осенних заморозков на южных станциях виноградарской зоны Одесской области (рис 2б), можно сделать вывод о том, что за период с 1945 по 1987 год на станции Болград интенсивность заморозков уменьшалась, а, начиная с 1988 года, увеличивалась. Наибольшего значения она достигла в 2007 году и составила $-4,7^{\circ}\text{C}$, а наименьшего - в 1989 (0°C). На станции Измаил интенсивность осеннего заморозка постепенно возрастала, начиная с 1945 по 1978 год, а в последующие годы отмечались её колебания. Наибольшая интенсивность заморозков на станции была зафиксирована в 1984 году и составила $-5,6^{\circ}\text{C}$, а наименьшая - в 1981 году (0°C). Средняя дата наступления первого осеннего заморозка для станции Болград составила 23 октября, а для станции Измаил 22 октября.

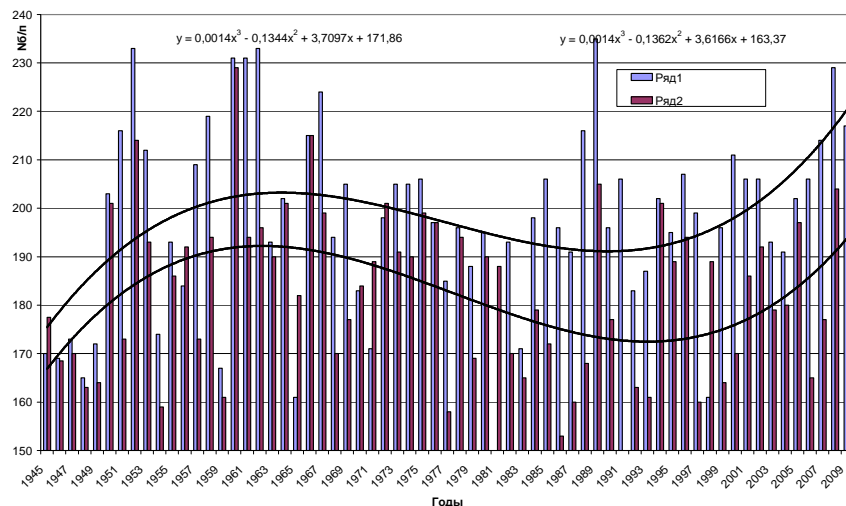


Рис. 3а. Динамика и тренд продолжительность безморозкового периода. Станции Одесса (Ряд 1) и Сарата (Ряд 2).

Продолжительность безморозкового периода ($N_{0/n}$) на станциях Одесса и Сарата (Рис. 3а) так же отличается значительной изменчивостью от года к году. Тренд, указывает на резкий рост ($N_{0/n}$) до 1961 года на ст. Сарата и до 1964 года - на ст. Одесса, затем на одинаковое снижение с резким увеличением в последующие годы. Самое большое количество дней без заморозка на станции Одесса составило 235 дней в 1991 году, а на станции Сарата – 229 дней в 1961 году. Наименьшая продолжительность дней без заморозка на ст. Одесса – снижалась до 137 дней в 1999 году, а на ст. Сарата – 135 дней в 1955.

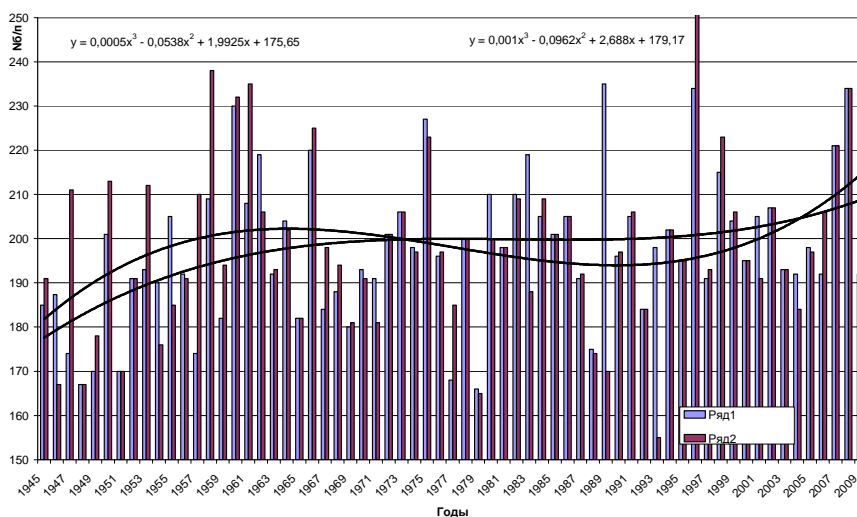


Рис. 3б. Динамика и тренд продолжительность безморозкового периода. Станции Болград (Ряд 1) и Измаил (Ряд 2).

Распределение дней без заморозков на станциях Болград и Измаил (Рис. 3б) является так же неравномерным. Наибольшая продолжительность наблюдалась на ст. Болград в 1990 году (235 дней), а на ст. Измаил – 264 дня в 1997 году. Средняя продолжительность безморозкового периода на обеих станциях составила 198 дней.

Выводы.

Как показали результаты исследований, режим заморозков в виноградарской зоны Одесской области в период с 1945 по 2009 годы значительно изменялся. Наиболее раннее наступление весенних заморозков отмечалось на станции Измаил (7 апреля), а позднее – на станции Сарата (16 апреля). На станции Болград отмечается наиболее раннее прекращение осенних заморозков (23 октября), а на станции Сарата – позднее (15 октября). Наибольший период без заморозков наблюдается на станциях Измаил и Болград (198 дней), а наименьший на станции Сарата – 182 дней.

Следует отметить, что за последние десятилетия даты и интенсивности весьма отличаются от среднемноголетних, так, например, наступление весенних заморозков наблюдается на 2-3 дня раньше, чем в сравнении со среднемноголетними. Особое изменение наблюдается в датах прекращения осенних заморозков – в воздухе средняя разница составляет 3-4 дня, а на уровне почвы 4-6 дней. Интенсивность как весенних, так и осенних заморозков за последние 10 лет возросла в среднем на -0,2...-0,4 °С.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что, несмотря на увеличение среднесуточных температур воздуха за последние несколько лет, заморозки представляют серьезную угрозу для виноградного растения. За последние десять лет значительно изменились сроки наступления весенних заморозков – они отмечаются раньше, а так же прекращение осенних – они прекращаются позже. При этом, увеличение их интенсивности может оказать существенное влияние на развитие винограда как ранних, так и поздних сортов.

Литература

1. Коротаяев А. В. Законы истории. Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура / А. В. Коротаяев, А. С. Малков, Д. А. Халтурина. – 2-е изд. – М., 2007.
2. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю. В. Линник. – 2-е изд. – М., 1962.
3. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики / С. А. Айвазян. – М.: Юнити-Дана, 2001. – Том 2. – 432 с.
4. Ляшенко Г. В. Агроклиматическое районирование административного района (на примере Суворовского района Молдовы): автореф. на соиск. степ. канд. геогр. наук; спец.: 11.00.09. – Одесса, 1991. – 23 с.

Маринін Є. І.

Характеристика динаміки і тренду режиму заморозків на виноградарській зоні України

Представлена характеристика динаміки та тренду показників режиму заморозків на території Одеської області за чотирма основними станціями виноградарської зони. Дано аналіз багаторічних спостережень основних показників режиму заморозків за період з 1945 по 2009 роки.

Ключові слова: виноград, заморозки, динаміка і тренд, показники заморозконебезпечності.

E. I. Marinin

Characteristics of dynamic and trend of frost effect in a viticulture zone of Ukraine

The characteristic of the dynamics and trend mode of frost in the Odessa region in four main stations of viticulture zone in submitted. The analysis of long-term observations of the main frost indicators for the period from 1945 to 2009 is given.

Keywords: grapes, frost, dynamics and trend, frost indicators.