МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В РЮО

Кодоев Андрей Аланович (11 класс), Кобесова Динара Валерьевна (9 класс), Сизоненко Артем Алексеевич (10 класс), Хубежов Виталий Борисович (10класс)

Научный руководитель: Абаев Сослан Георгиевич, ГОУ СОШ №12 РЮО г. Цхинвал, учитель информатики.

Изменения климата в условиях РЮО очевидны и видны даже на бытовом уровне. Так, на уровне г. Цхинвал (по высотной поясности) снег если даже и выпадает зимой, то похоже только для того, чтобы сразу же растаять. В прежние годы снег держался до конца весны. Понятно, что изменение климата влечет за собой изменения в жизни людей. Это и подвигло нас к проведению исследований климата, которые происходят в РЮО.

Цель работы:

- ***Исследовать климатические изменения и динамику прогревания почвы в зависимости от экспозиции и уклона***

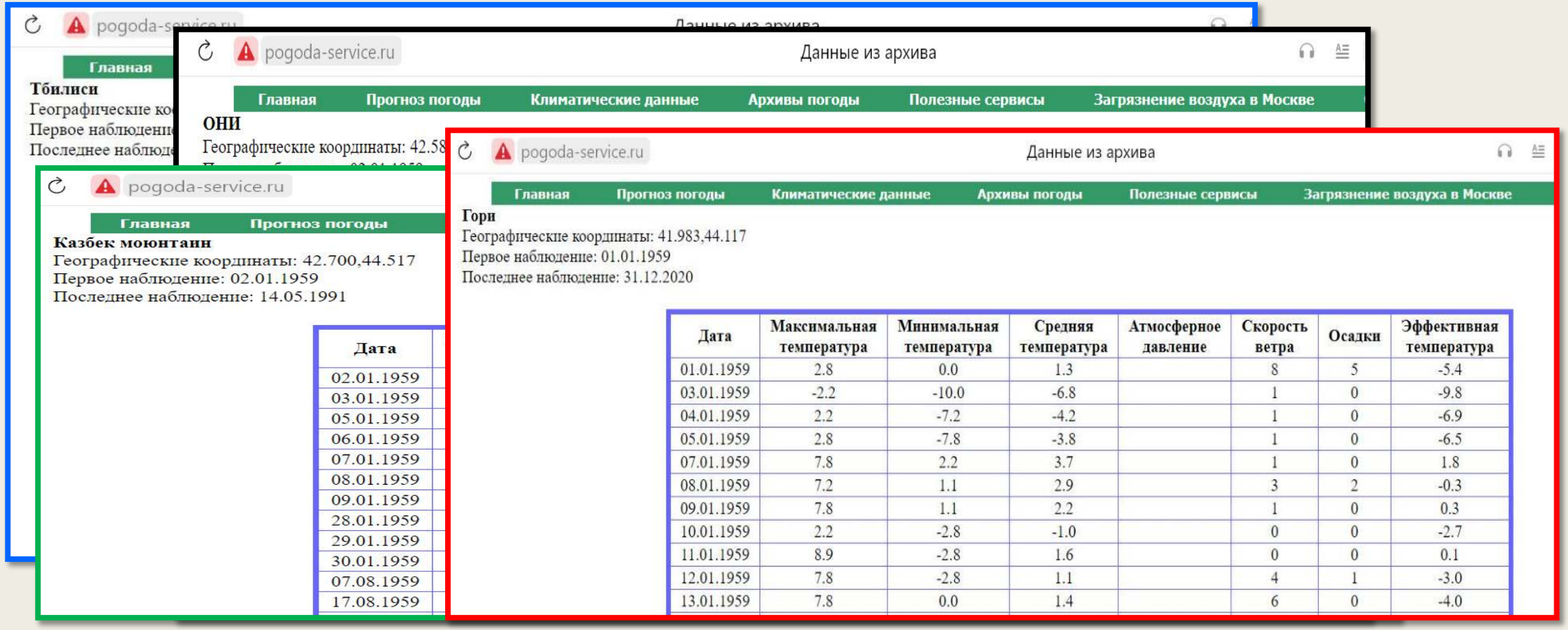
Планируя и определяя задачи к исследовательской работе, мы исходили из того, чтобы полученные результаты имели практическое применение. Более того, эти результаты должны были понимаемы и доступны как профессионалам, так и частным лицам (личные домохозяйства, фермеров).

Задачи:

- 1. Исследовать климатические изменения в РЮО.
- 2. Составить математическую модель изменений температуры воздух каждого месяца в году в отдельности по данным метеонаблюдений.
- 3. Исследовать динамику прогревания почвенного покрова в зависимости от экспозиции и уклона.
- 4. Смоделировать изменения климата и их влияние на жизнедеятельность людей.

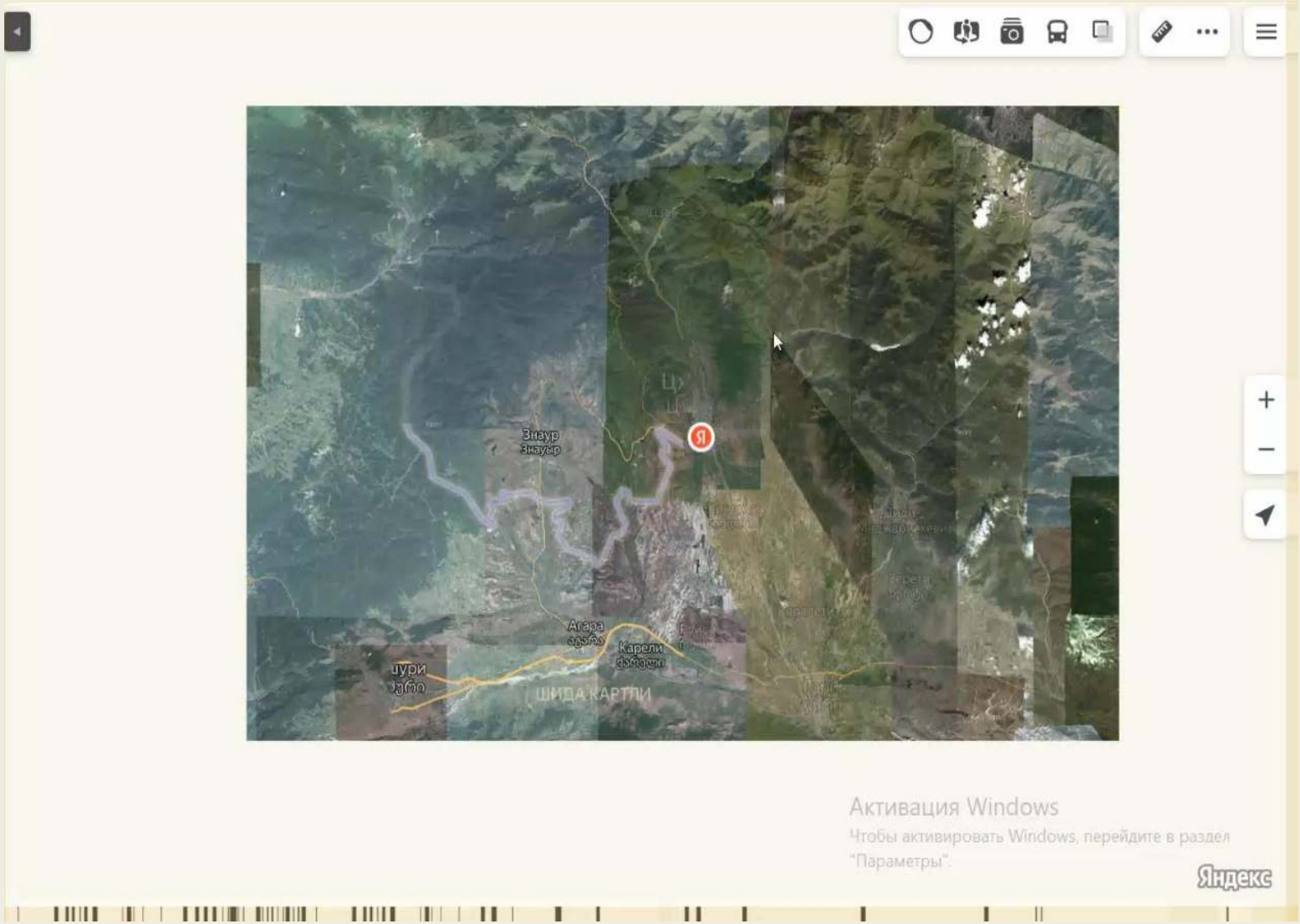
При попытке получения данных местной метеостанции, которая работала во времена СССР, оказалось, что это невозможно по причине утери информации. Мы решили найти данные в сети Интернет, однако к сожалению, их там не оказалось, но можно получить архивные данные ближайших метеостанции.

Архивные данные ближайших метеостанции можно найти в интернете



Дата	Максимальная температура	Минимальная температура	Средняя температура	Атмосферное давление	Скорость ветра	Осадки	Эффективная температура
01.01.1959	2.8	0.0	1.3		8	5	-5.4
03.01.1959	-2.2	-10.0	-6.8		1	0	-9.8
04.01.1959	2.2	-7.2	-4.2		1	0	-6.9
05.01.1959	2.8	-7.8	-3.8		1	0	-6.5
07.01.1959	7.8	2.2	3.7		1	0	1.8
08.01.1959	7.2	1.1	2.9		3	2	-0.3
09.01.1959	7.8	1.1	2.2		1	0	0.3
10.01.1959	2.2	-2.8	-1.0		0	0	-2.7
11.01.1959	8.9	-2.8	1.6		0	0	0.1
12.01.1959	7.8	-2.8	1.1		4	1	-3.0
13.01.1959	7.8	0.0	1.4		6	0	-4.0

По данным Яндекс карты по прямой линии до Тбилиси-85 км, Казбеги–75 км, Они-60 км, Гори-27 км.



Мы решили восстановить метеоданные по архивным данным, которые есть в сети по ближайшим метеостанциям. По Казбеги и Они мы не рассматривали по причине высокогорного расположения и сложного рельефа местности, что могло повлечь к искажению восстановленных данных.

Алгоритм восстановления метеоданных города Цхинвал.

Корреляционный анализ метеоданных города Цхинвал с данными г. Гори и г. Тбилиси.

Регрессионный анализ и определение функциональной зависимости между метеоданными г. Гори и г. Цхинвал.

Восстановление метеоданных города Цхинвал по архивным данным г. Гори с 60-х годов прошлого века.

Для проведения корреляционного и регрессионного анализов нужны данные как по городу Цхинвал, так и по городам Гори, Тбилиси. И если нет данных по городу Цхинвал времен СССР и раннего постсоветского периода, то на портале ГИСМЕТЕО можно получить данные с 2011 года. На основе этих данных и были проведены корреляционный и регрессионный анализы.

Результаты корреляционного анализа

	Цхинвал	Гори	Тбилиси
Цхинвал	1		
Гори	0,966193	1	
Тбилиси	0,964258	0,985708	1

Корреляционный анализ показал высокую положительную взаимосвязь между данными по г. Цхинвал, Гори и Тбилиси. По Гори коэффициент показал более высокое значение, на основании чего и решили восстанавливать данные.

Проведенный регрессионный анализ между данными по г. Цхинвал и г. Гори позволило получить уравнения регрессии. Данные получены по каждому месяцу в отдельности, что позволило провести восстановление данных буквально для каждого месяца в отдельности

Уравнения регрессии для восстановления данных

- *У=0,245221833*х+1,688576357 (Январь)*
- *У=1,158373*х+4,155355 (Февраль)*
- *У=1,132904*х+3,7126 (Март)*
- *У=-0,20821*х+17,96839 (Апрель)*
- *У=-0,95858+1,319761*х (Май)*
- *У=-0,383679636+1,248827644*х (Июнь)*
- *У=-1,19506+1,256492*х (Июль)*
- *У=-2,869841401+D6*1,347989534 (Август)*
- *У=2,954125659+1,121088762*х (Сентябрь)*
- *У=5,228077726+0,893456228*х (Октябрь)*
- *У=3,841204963+1,143657842*х (Ноябрь)*
- *У=4,038864772+0,975496072*х (Декабрь)*

Восстановив данные по городу Цхинвал, согласно полученным уравнениям регрессии на основе архивных данных по городу Гори, был определен следующий алгоритм анализа данных.

Алгоритм анализа метеоданных по городу Цхинвал с конца 60-х годов

Определение средних температур помесячно

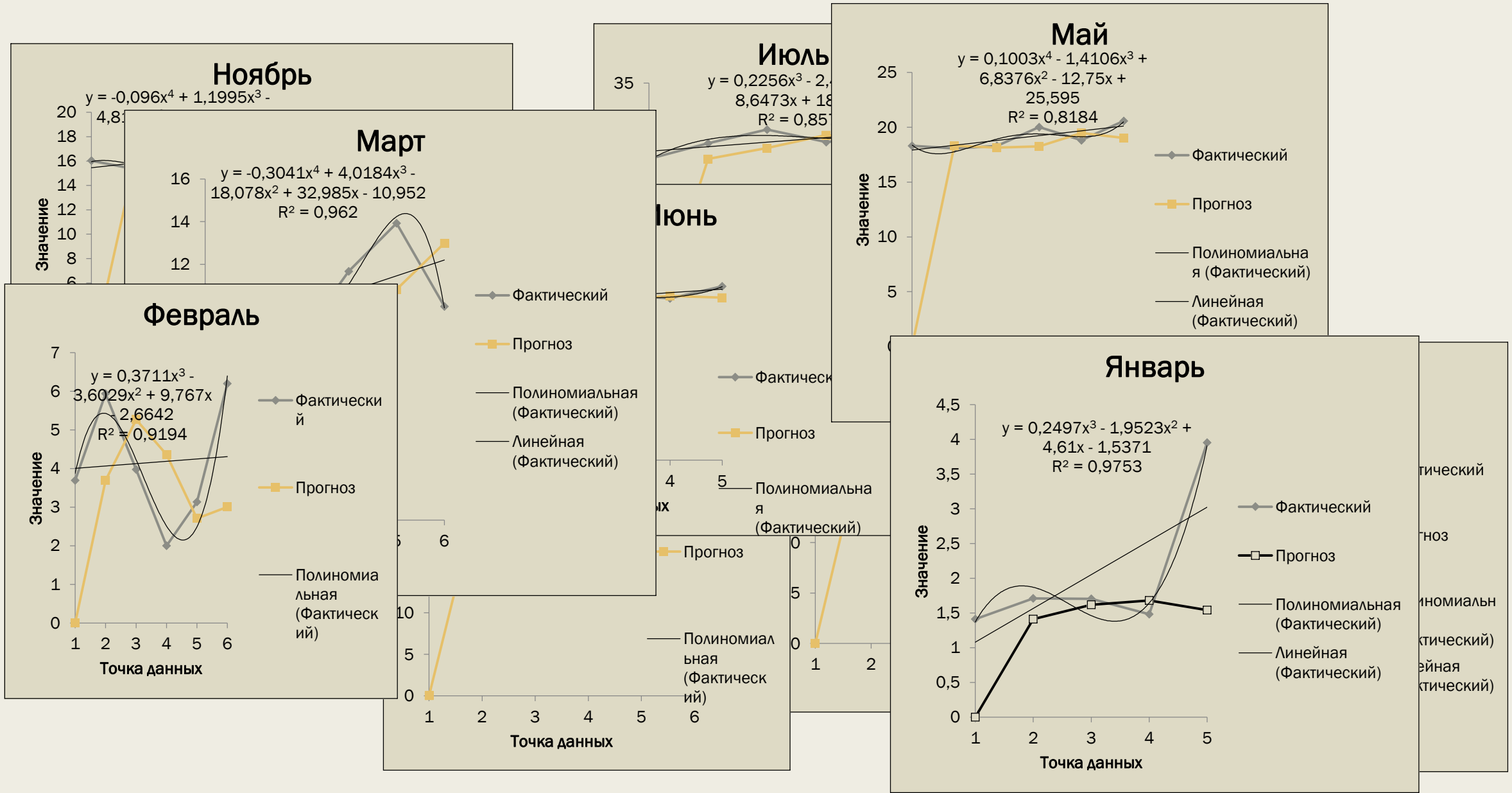
- Группирование полученных средних данных по каждому месяцу и по годам

Изучение временных рядов изменения температуры помесячно и по годом данные были сгруппированы в десятилетия.

- Для построения временных рядов были определены средние значения следующие (помесячно) десятилетия 60,70, 80, 90, 00, 2010-2020 годы.

Проведение экспоненциального сглаживания полученных временных рядов и определения линии тренда, а на основании линии тренда определение функциональной зависимости.

Сгруппированные по десятилетиям данные (временные ряды) по каждому месяцу в отдельности позволило провести анализ экспоненциального сглаживания и получения диаграмм. Далее на основании диаграмм получены линии тренда и уравнения, описывающие изменения климата в г. Цхинвал с конца 60-х годов прошлого века.



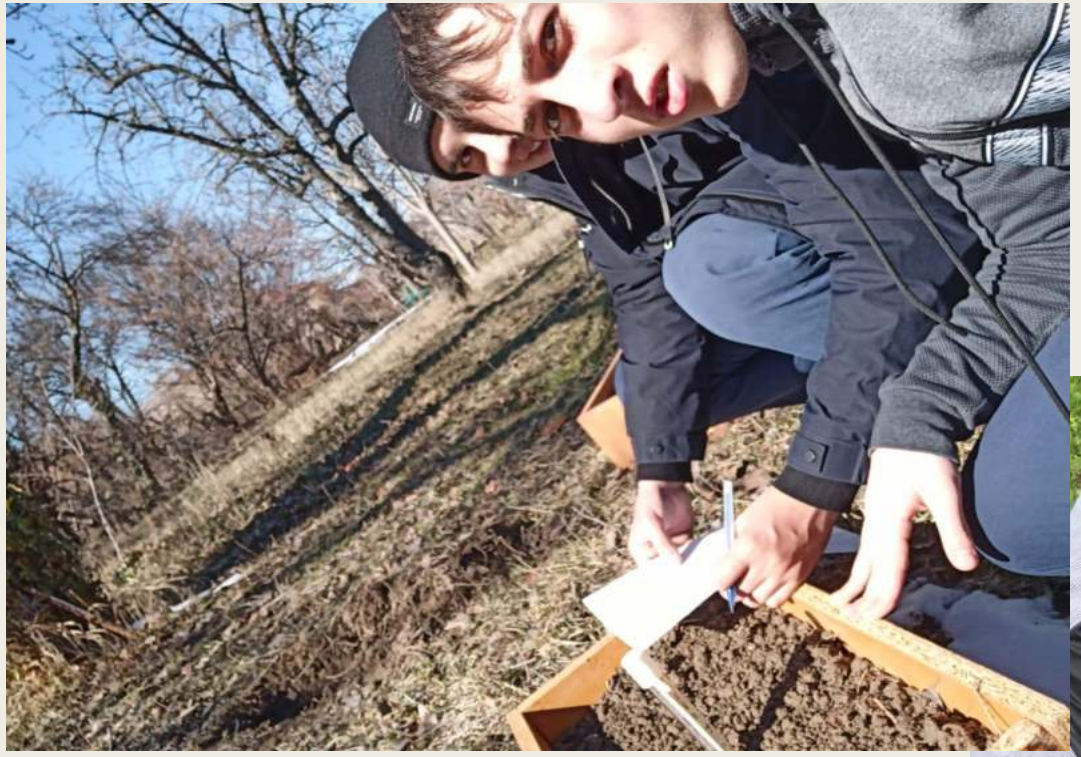
Уравнения линий тренда изменения климатических показателей по городу Цхинвал

- $y=0,2497x^3-1,9523x^2+4,61x-1,5371$ ($R^2 = 0,9753$) (Январь)
- $y=0,3711x^3-3,6029x^2+9,767x-2,6642$ ($R^2 = 0,9194$) (Февраль)
- $y=-0,3041x^4 + 4,0184x^3 - 18,078x^2 + 32,985x - 10,952$ ($R^2 = 0,962$) (Март)
- $y = -0,1353x^3 + 1,4379x^2 - 4,3963x + 19,75$ ($R^2 = 0,9316$) (Апрель)
- $y=0,1003x^4-1,4106x^3+6,8376x^2-12,75x+25,595$ ($R^2 = 0,8184$) (Май)
- $y=0,256x^3-2,2792x^2+6,4001x+18,118$ ($R^2 = 0,956$) (Июнь)
- $y = 0,2256x^3 - 2,4807x^2 + 8,6473x + 18,195$ ($R^2 = 0,8572$) (Июль)
- $y=0,198x^4-2,7513x^3+12,903x^2-22,883x+38,474$ ($R^2 = 0,7186$) (Август)
- $y=0,1389x^4-1,8423x^3+8,2101x^2-14,134x+30,886$ ($R^2 = 0,9217$) (Сентябрь)
- $y=-0,096x^4+1,1995x^3-4,8181x^2+7,2359x+12,427$ ($R^2 = 0,7957$) (Октябрь)
- $y=0,0823x^4-1,4117x^3+8,0625x^2-17,435x+21,863$ ($R^2 = 0,8413$) (Ноябрь)
- $y=-0,376x^3+4,0622x^2-13,052x+17,724$ ($R^2 = 0,9676$) (Декабрь)

Влияние экспозиции и уклона на температуру почвы на глубине 10 см.

Параллельно проводилась экспериментальная работа по изучению изменения температуры почвы на глубине 10 см. на разных экспозициях и уклонах крутизны.

Были изготовлены лотки размерами 50х40х10 см. Наполнены грунтом и в трех удаленных друг от друга точках сориентированы по сторонам света.

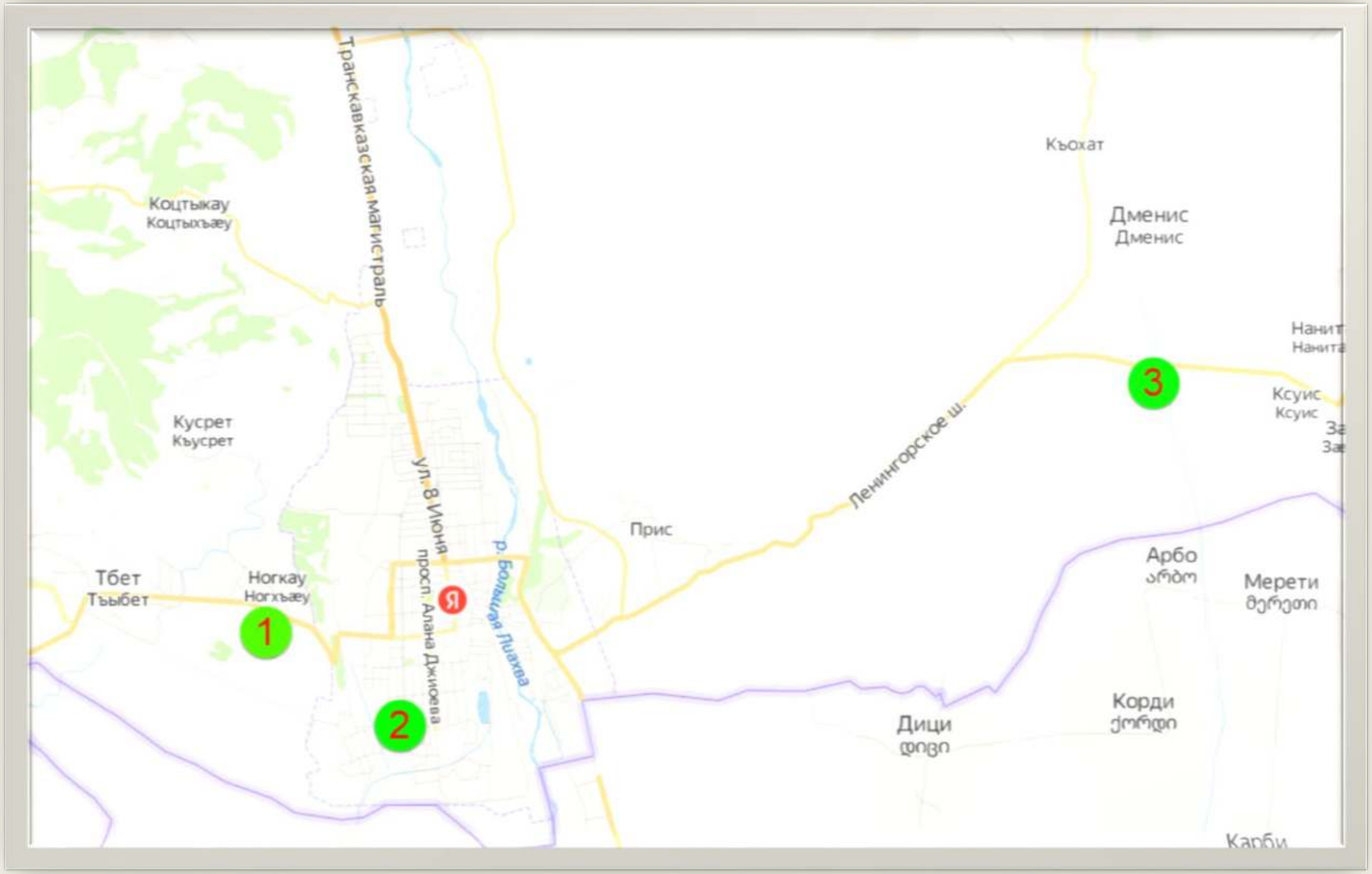


Отметим что лотки были ориентированы на восток, северо-восток, юг, северо-запад и запад. Температура замерялась в течение дня через каждый час для этого были привлечены и родственники. С периодичностью в три дня уклон лотка по отношению к солнцу увеличивалась и продолжались дальнейшие замеры.

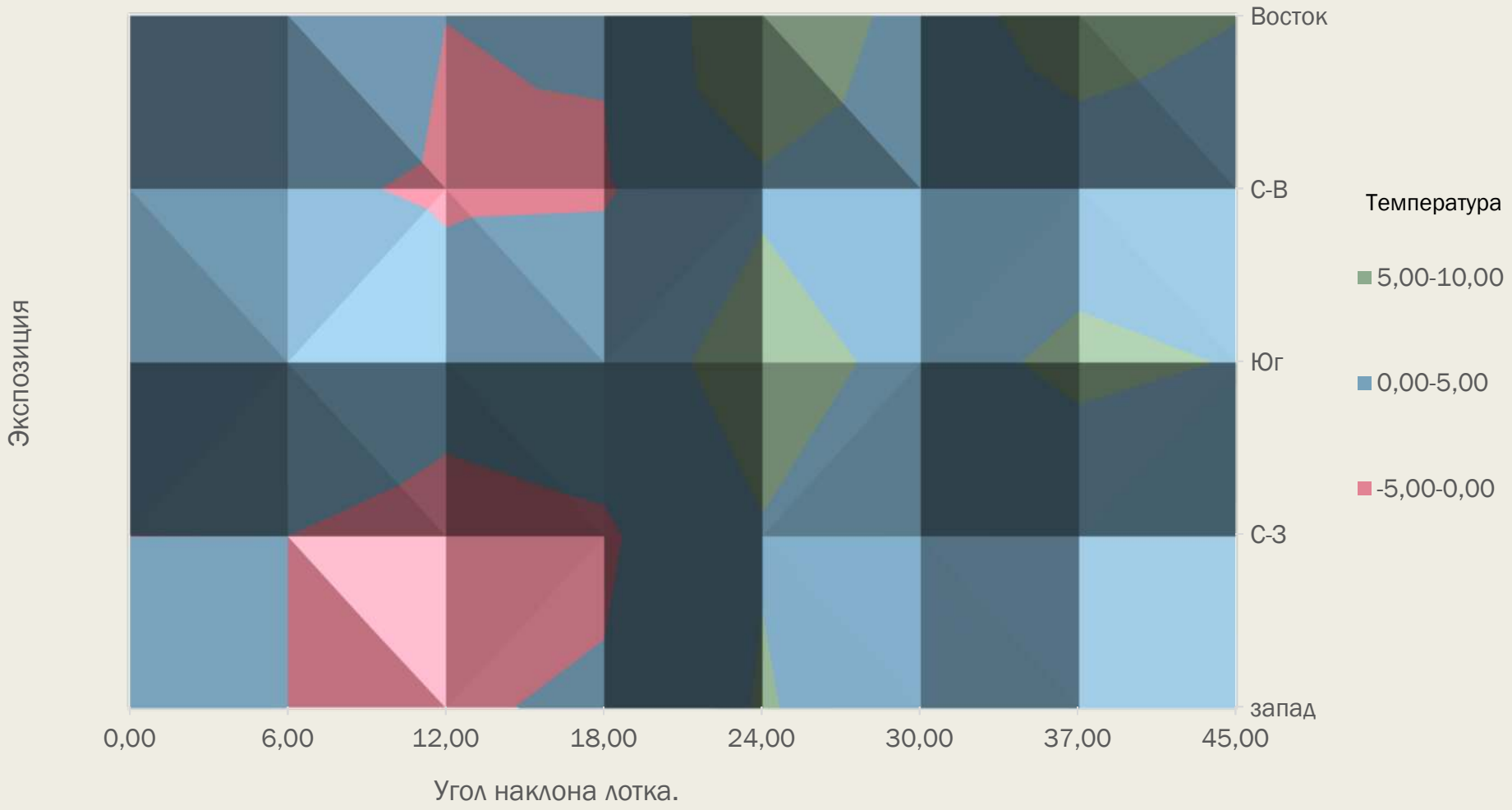
Полученные данные были сведены в одну таблицу и обработаны (получены средние значения). На основании полученных данных была составлена диаграмма.

Участки эксперимента были установлены на одной высотной поясности.

Места проведения замеров



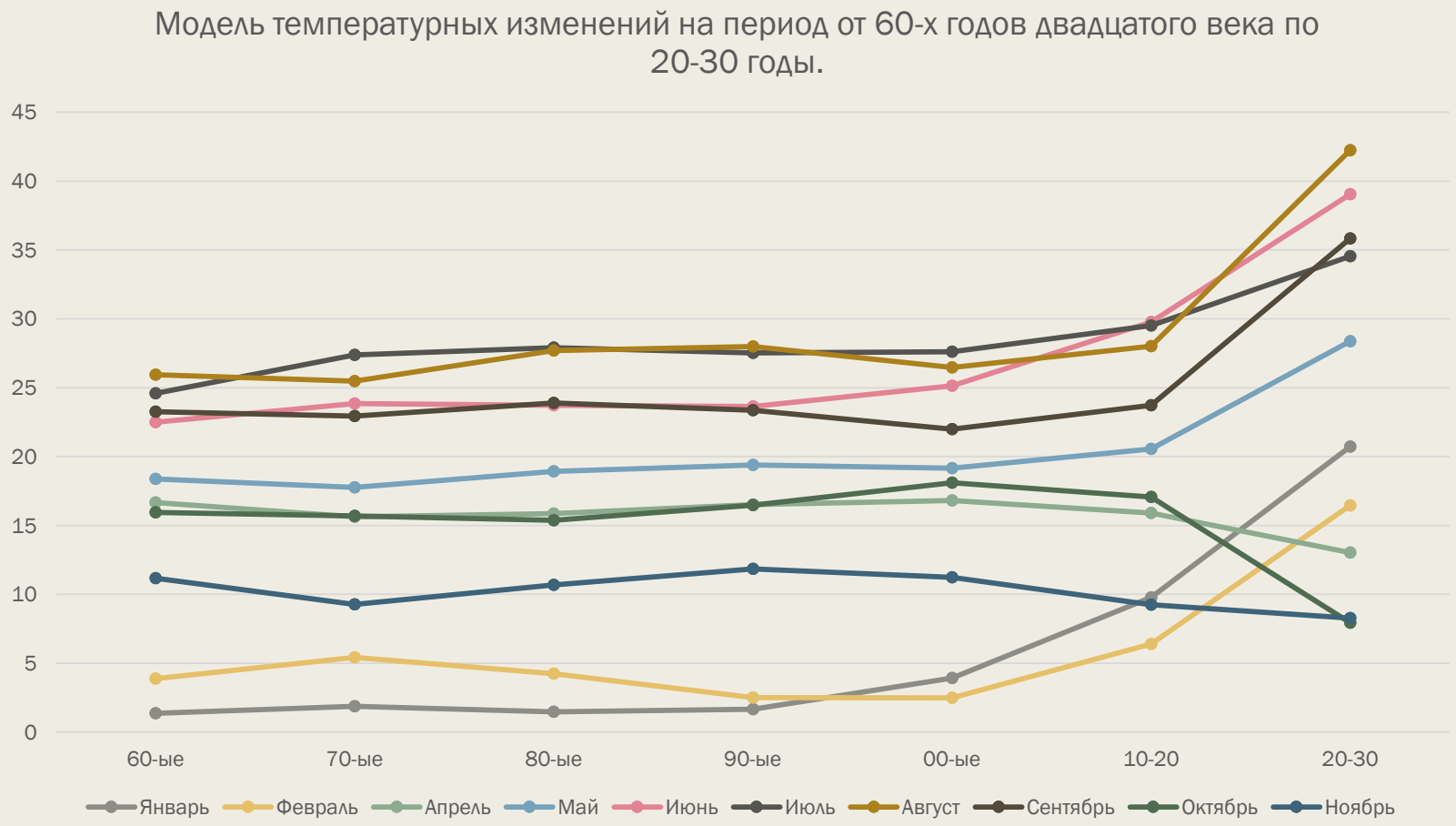
По диаграмме более всего прогревается почва, ориентированная на юг (что было ожидаемо). Кроме того, согласно диаграмме восточная, северо-восточная стороны прогреваются сильнее чем западная и северо-западная. Видно также, что больше всего прогревается почва с уклоном 20-30 градусов.



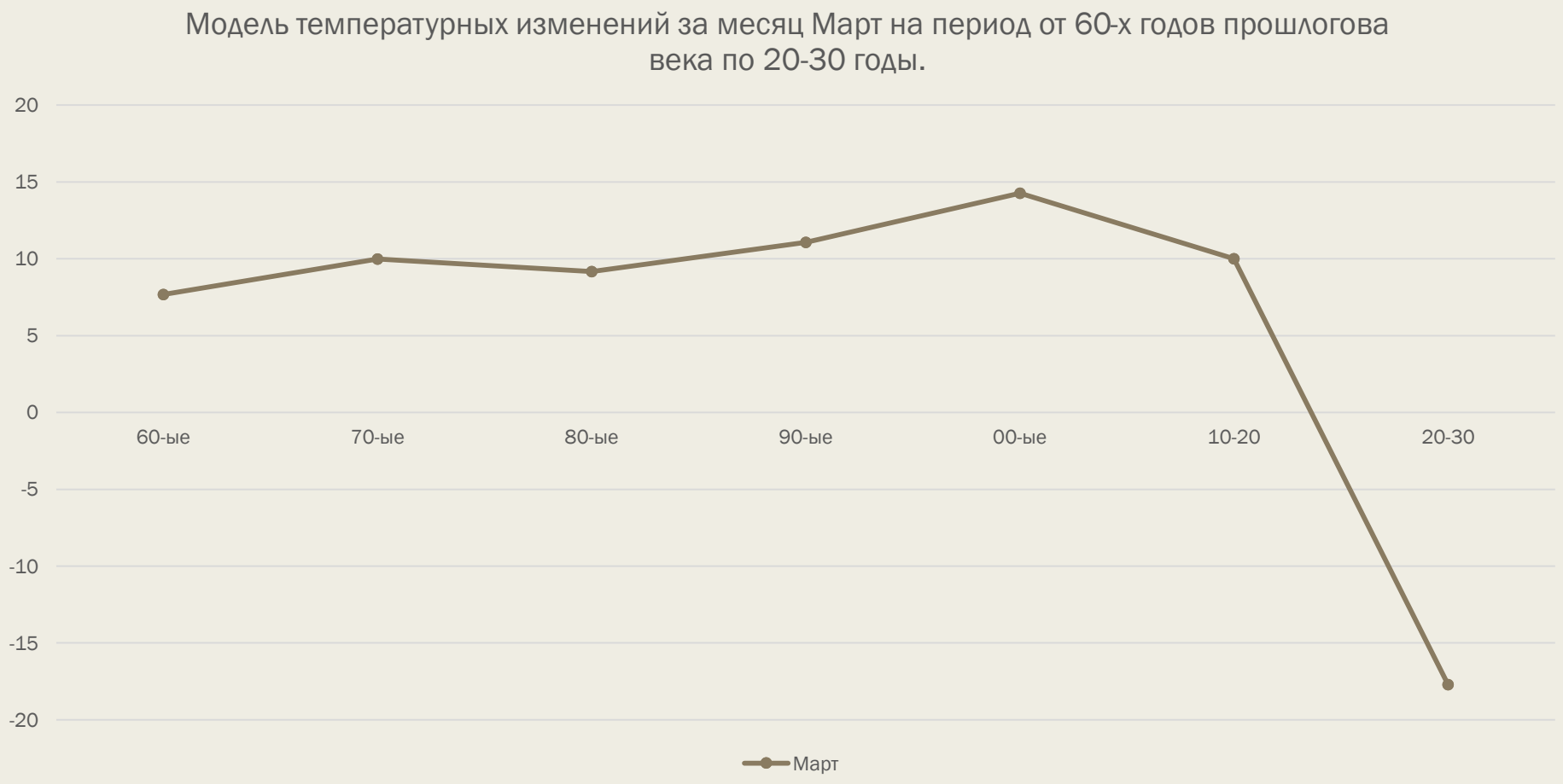
МОДЕЛИРОВАНИЕ

Любые исследовательские и экспериментальные данные ценны только в том случае, если они могут быть применены для практических целей.
Мы решили на основании полученных данных провести моделирование дальнейших изменений и определить их влияние на жизнь в условиях РЮО.

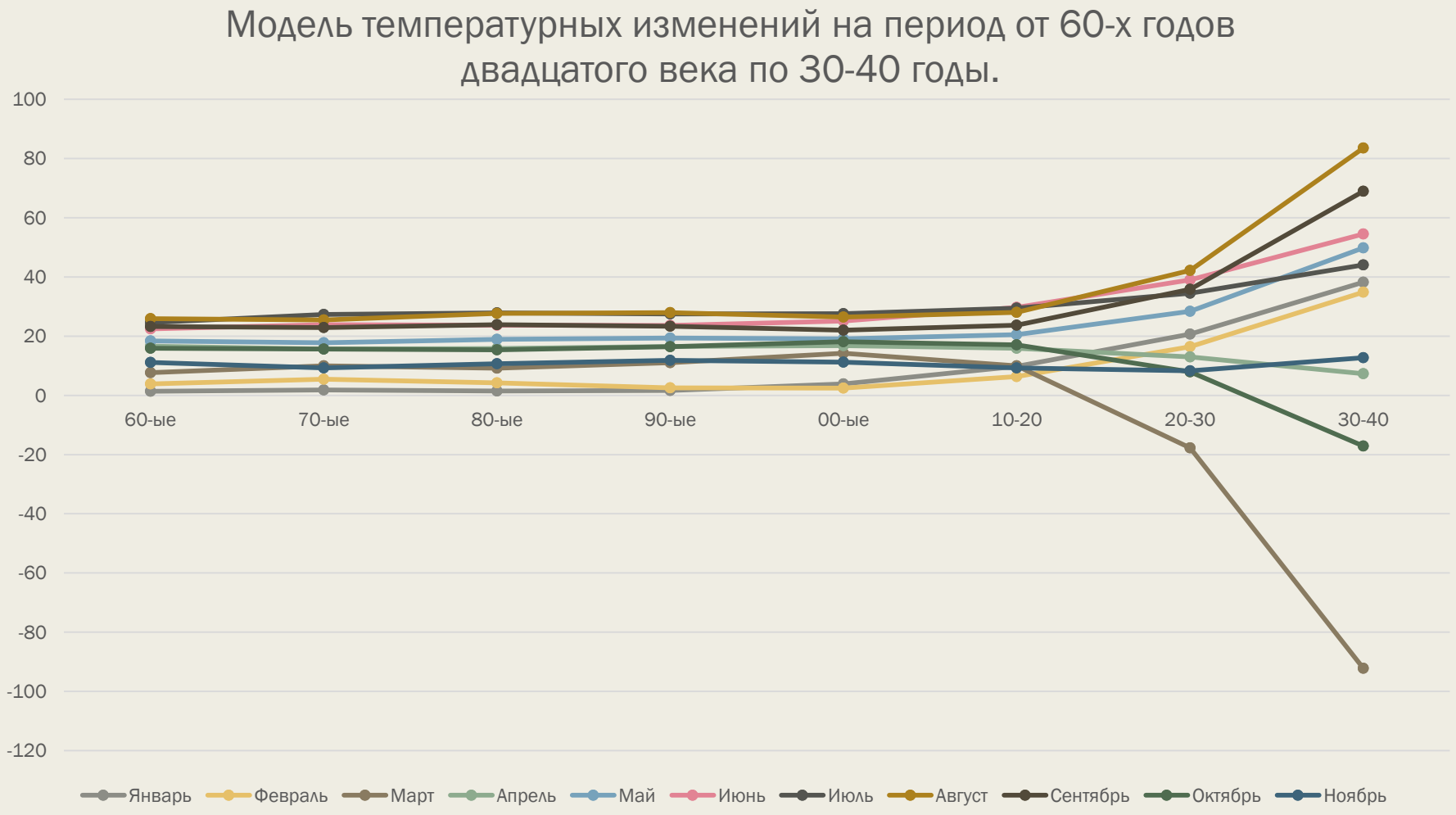
Моделирование показало, что в краткосрочном периоде (10 лет) будут происходить дальнейшие изменения температуры. Важно отметить, что в зимние месяцы (январь, февраль) температура повысится существенно. Так, в среднем в январе ожидается температура около 20 градусов, а в феврале 16 градусов. Аналогичные тенденции наблюдаются в летние месяцы и сентябре. Впрочем, весенние месяцы, а также октябрь, ноябрь и декабрь имеют тенденцию на понижение средней температуры.



Согласно моделированию, температура в марте понизится существенно до минус 17 градусов. Думаем, что по марту наши данные имеют существенную погрешность. Даже при том, что март в условиях РЮО действительно имеет тенденции быть холоднее, но таких низких температур ожидать не стоит. Вероятнее всего такого рода данные связанны с тем, что значения температуры в марте имеют большую амплитуду изменчивости, что и сказалось на модели.



Моделирование изменений в более отдаленной перспективе показывают данные, которые мы думаем, в РЮО невозможны. Так, в августе через тридцать лет температура должна быть в 80 градусов. Из сказанного видно, что наша модель может работать в ближайшей перспективе, а в дальнесрочной перспективе нужно дорабатывать модель.



По литературным источникам для винограда была составлена модель прохождения фаз развития с учетом температурных изменений и продолжительностью прохождения фаз. Полученные данные сведены в диаграмму с учетом температурных диапазонов. Далее диаграмму наложили на температурные показатели которые были в 60-70 и прогнозируемые 20-30 годы, чтобы посмотреть и оценить влияние изменений, которые происходят.

Виноград был выбран как один из широко распространенных и возделываемых культур РЮО.

Результаты представлены на следующих двух слайдах.

Как видно, в 60-70 годы прошлого века прохождение фаз было синхронизовано с температурными изменениями в течение года.

Следующий же слайд показывает наложение фаз винограда на прогнозируемые 20-30 годы. Сразу же бросается в глаза, что в январе и феврале температурные показатели смогут спровоцировать истекание пасоки и даже распускание почек. Здесь отметим что для истекания пасоки и распускания почек нужны температуры ниже прогнозируемых показателей в 16-20 градусов в январе и феврале. Видно, в марте и апреле температура может резко снижаться и может привести к повреждению винограда с вытекающими отсюда последствиями.

Отметим, прогнозируемые изменения могут нести в себе и положительные тенденции. К примеру, может оказаться целесообразным и возможным возделывание культур, которые имеют короткую по продолжительности прохождения фаз годичного развития.

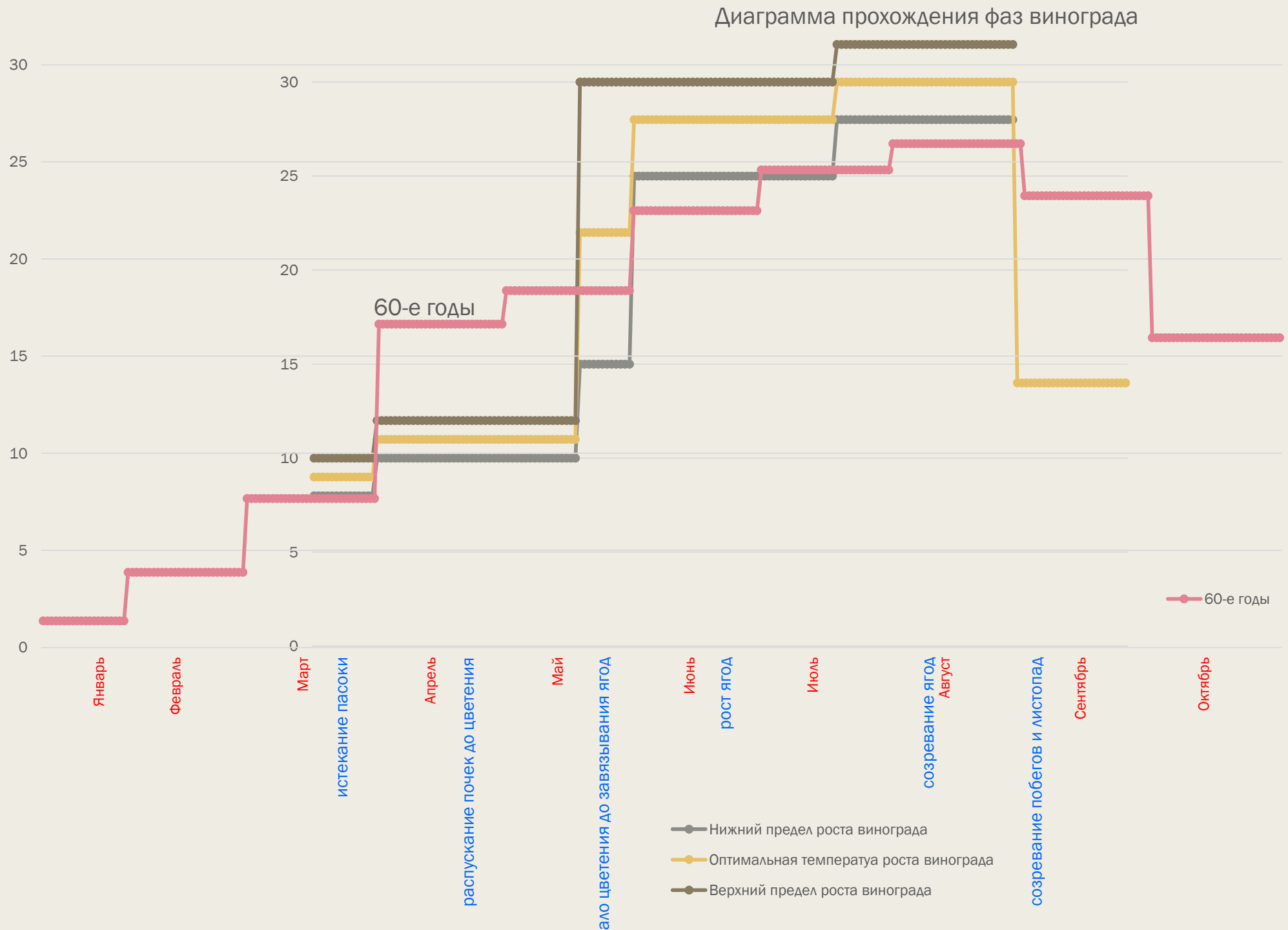
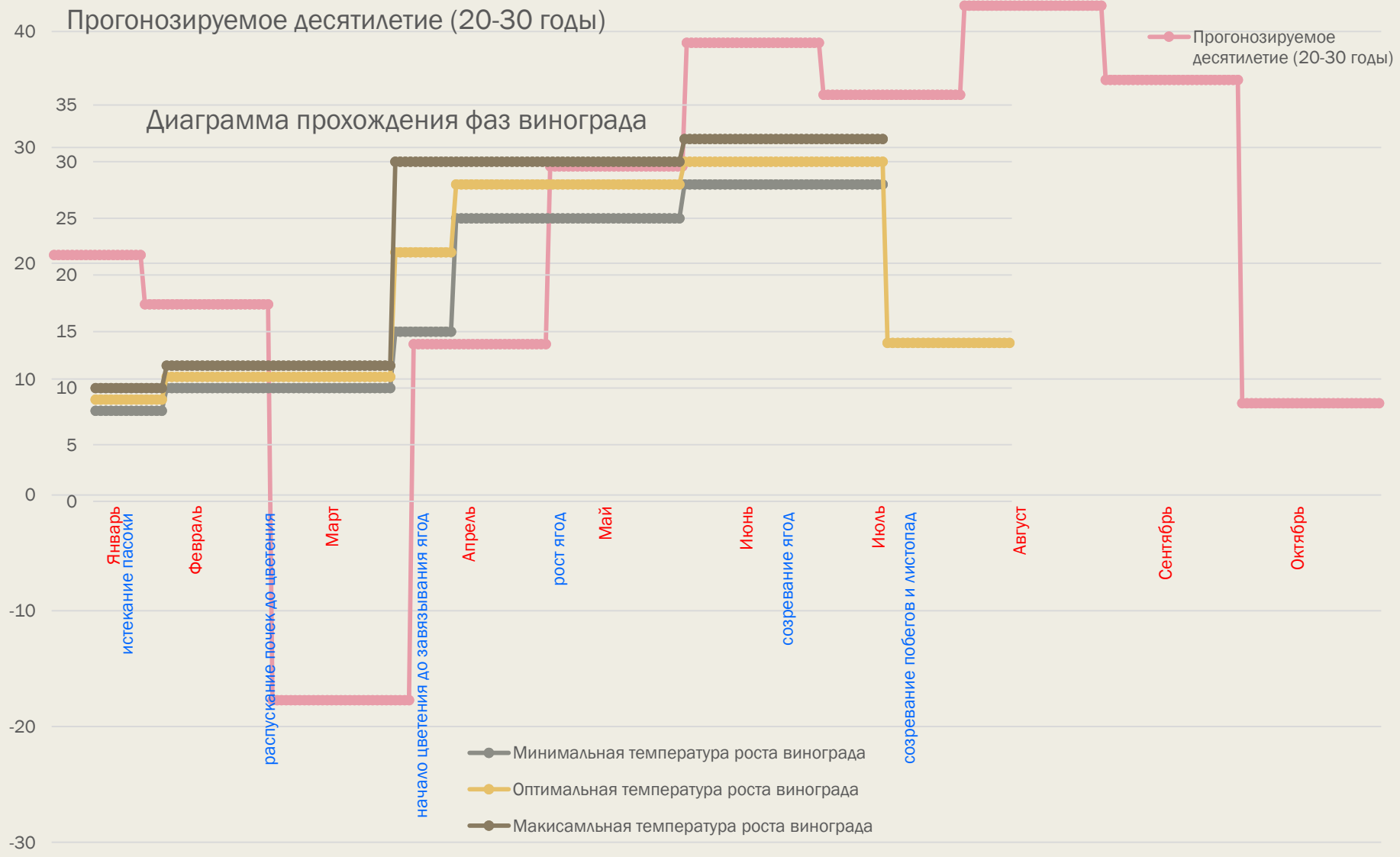


Диаграмма прохождения фаз винограда
30
25
20
15
10
5
0
60-е годы
Январь
Февраль
Март
истекание пасоки
Апрель
распускание почек до цветения
Май
ало цветения до завязывания ягод
Июнь
рост ягод
Июль
созревание ягод
Август
созревание побегов и листопад
Сентябрь
Октябрь
Нижний предел роста винограда
Оптимальная температуа роста винограда
Верхний предел роста винограда
60-е годы


Прогонозируемое десятилетие (20-30 годы)
Диаграмма прохождения фаз винограда
Прогонозируемое десятилетие (20-30 годы)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-10
-20
-30
30
20
10
0
Январь
Февраль
Март
Апрель
Май
Июнь
Июль
Август
Сентябрь
Октябрь
истекание пасоки
распускание почек до цветения
начало цветения до завязывания ягод
рост ягод
созревание ягод
созревание побегов и листопад
Минимальная температура роста винограда
Оптимальная температура роста винограда
Макисамльная температура роста винограда

Выводы:

- Климат в РЮО изменился.
- Изменения судя по всему продолжатся.
- Изменения климата несут в себе как положительные, так и отрицательные явления.
- Почва более всего прогревается на склонах, ориентированных на юг, северо-восток, восток с уклоном 20-30 градусов.

Спасибо за внимание!