

ОБ ОЦЕНКАХ ФИЗИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОГРАДОВОЙ ЗАЩИТЫ

¹Бурнадзе А.С., ²Варамашвили Н.Д., ¹Джамришвили Н.К., ¹Квеселава Н.С.

¹Научно-технический центр «Дельта»

²Институт геофизики им. Михаила Нодиа Тбилисского государственного университета им.
И. Джавахишвили, 0160, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1, ldvarama@gmail.com

Несмотря на значительный прорыв современных технологий противорадовой защиты (ПГЗ) – методы радиолокационной индикации градовых процессов, новые средства и способы доставки реагента в облака, автоматизация операциями воздействия и др. [1-9], - пока не удается обеспечить полное предотвращение градобитий. Поэтому весьма актуальной является проблема объективной оценки физической и экономической эффективности ПГЗ, а также статистическое обоснование надежности полученных эффектов активного воздействия (АВ), показывающее превалирование этих эффектов над естественной пространственно-временной изменчивостью градовых осадков [1,10]. Подробно этот вопрос рассмотрен в руководстве [1]. Ниже представлен обзор работ по оценке физической эффективности противорадовой защиты, за основу которого взяты сведения из указанного руководства, который может быть полезен для работников восстановленной в 2015 году Противорадовой службы Грузии [5,6].

Термин «физическая эффективность» означает способность используемой технологии ПГЗ предотвратить градобития, уменьшить площадь градобитий, сократить ущерб от града в n раз (или на N , %). Термин «экономическая эффективность» определяет экономическую выгоду и окупаемость затрат на применение различных технологий ПГЗ.

Оценка физической и экономической эффективности работ по модификации погоды обычно производится следующими методами [1]:

- метод «исторического ряда», который основан на сравнении статистических рядов данных о частоте и площадях градобитий, ущербе от града или количества осадков до защиты и в годы защиты;
- метод «контрольной территории» (КТ), предусматривающий сравнение значений указанных характеристик на КТ и защищаемой территории (ЗТ);
- сочетание методов исторического ряда и контрольной территории;
- метод рандомизации;
- метод сравнения ожидаемых и реальных случаев градобитий по данным радиолокационных наблюдений.

1) Метод контрольной территории основан на сопоставлении характеристик града на ЗТ и КТ при условии, что характеристики градовых осадков, структура посевов и ущерб от града на КТ

коррелирует с этими же характеристиками на ЗТ. Недостатками этого метода являются трудность выбора КТ с хорошей корреляцией характеристик градовых осадков и структуры сельхозугодий на ЗТ и возможность серьезных ошибок, связанных с большой пространственно-временной изменчивостью градовых процессов (их частоты, интенсивности и масштаба). Кроме того, защита обычно осуществляется в горных долинах, окруженных горной местностью, где культивируемые территории отсутствуют. Из-за этих трудностей в выборе адекватной КТ в большинстве случаев применяется метод «исторического ряда».

2) Метод исторического ряда базируется на сравнении характеристик града и ущерба от града до защиты и в период защиты в предположении неизменности климатологии града в эти периоды. Для получения статистически надежных оценок требуются достаточно длинные ряды таких данных. Одной из проблем является также корректный учет градоопасности года защиты, который может варьировать в пределах ± 3 раза от среднего значения [1,10]. Точность метода исторического ряда повышается по мере увеличения длины рядов данных или площади ЗТ, так как охват большей площади приводит к уменьшению пределов пространственно-временных вариаций градовых осадков, имеющих локальный характер.

3) Метод рандомизации, рекомендуемый для статистической оценки эффективности предотвращения града и других видов работ в области модификации погоды, основан на использовании двух рядов данных для экспериментальных единиц с засевом и без засева облаков [1, 11, 12]. Экспериментальной единицей может быть либо день, либо отдельное облако с засевом и без засева, выбираемых по закону случайных чисел (1 – засев, 0 – без засева).

4) Метод сравнения ожидаемых и реальных случаев градобитий по данным радиолокационных наблюдений является формализованным методом, который обычно дает завышенные результаты по эффективности воздействия, так как зачастую индикация градоопасного облака не всегда гарантирует выпадения из него града на поверхность земли. Тем не менее этот метод, учитывая бурное развитие радиолокационной техники [1, 3, 5, 7], вполне может иметь перспективу.

В случаях, когда по закону случайных чисел выпадает день (или облако) с засевом, объекты воздействия (ОВ) засеваются применяемыми реагентами, а в остальных случаях ОВ засеваются условно имитаторами средств воздействия, не содержащими реагентов. В результате реализации такого проекта создается два ряда данных о значениях параметров засеянных и незасеянных ОВ, статистическая обработка которых может обеспечить объективную оценку эффективности результатов засева.

Применение метода рандомизации для оценки эффективности работ по предотвращению града представляется неоправданным вследствие большого разнообразия типов градовых процессов, не сопоставимых между собой по интенсивности и масштабу градобитий. Одно суперячейковое облако может причинить ущерб, превышающий совокупный ущерб от всех остальных градовых облаков и нарушить однородность статистических рядов данных. Даже внутри класса суперячейковых облаков имеются серьезные различия в масштабе, интенсивности и продолжительности градобития, исключаящие их адекватное сравнение. Поэтому набор статистически обеспеченного ряда данных по суперячейковым облакам требует выполнения нереально продолжительных проектов.

4) Метод псевдорандомизации в этом плане более привлекателен [1, 10, 13, 14]. Согласно этому методу все градовые и градоопасные облака на ЗТ, соответствующие критериям засева, засеваются, а такие же ОВ на прилегающей территории (или идентичной по площади КТ),

расположенной со стороны вторжения градовых процессов засеваются условно (т.е. не засеваются). Критерии выбора ОВ и решение о начале реального и условного засева принимаются идентично. На основе полученных данных формируется два статистических ряда по эволюции параметров засеянных (на ЗТ) и не засеянных (на КТ) ОВ. Эффективность этого метода повышается при дифференцировании ОВ по степени градоопасности по четырем категориям. Сравнение результатов засева ОВ всех категорий без такого дифференцирования, как это выполнено в работах [15, 16], приводит к смазыванию эффекта, так как эффективность засева зависит от степени градоопасности засеваемых облаков.

Для оценки физической эффективности ПГЗ может быть использовано множество метеорологических и физических параметров градовых процессов: частота выпадения града (F), размер града (d_m , см), кинетическая энергия градовых осадков (E , Дж/м²), суммарная (E_{Σ} , Дж) и глобальная кинетическая энергия градовых осадков (E_G , Дж), масса и слой выпавшего града, площадь выпадения града (S_g , км²), степень повреждений (K , %), ущерб от града (Y) и другие характеристики.

Пространственно-временная изменчивость продолжительности (от долей минут до нескольких часов) и площади градобитий (от долей га до десятков тысяч га), плохая корреляция ущерба с размером града, площадью градобития, а также увеличение ущерба за счет сопутствующего ливневого дождя и ветра осложняют выбор надежных показателей эффективности. Из множества перечисленных показателей эффективности следует выбрать такие, которые лучше реагируют на засев, могут быть достаточно надежно измерены и лучше характеризуют конечную цель ПГЗ – уменьшение потерь урожая.

Оценку параметров градобитий обычно осуществляют по данным градомерной сети, радиолокационных измерений и обследования районов выпадения града, заинтересованными учреждениями.

Сведения о частоте выпадения града (F) могут быть получены по данным сети метеорологических станций и постов, по которым строятся изолинии частоты выпадения града на ЗТ, КТ и прилегающей и КТ территории (ПТ). Однако эта сеть редкая, и выпадение града между пунктами наблюдений не фиксируются.

Методы оценки эффективности ПГЗ на основе данных градомерных сетей рассмотрены в работах [1, 11-14] и др. Плотная градомерная сеть, как показано в этих работах, позволяет регистрировать выпадение града и получить данные о площади выпадения града и полях кинетической энергии града. Однако, несмотря на обилие применяемых типов датчиков (градовые подушки, градовые кубы, градосборники, сепараторы, оптические, акустические, ультразвуковые и пьезоэлектрические спектрометры), градомерные сети не обеспечивают требуемого разрешения в пространстве. Такие сети обычно создаются с плотностью не более одного датчика на 10 км².

Радиолокационные данные обеспечивают получение непрерывных во времени и пространстве полей градовых осадков и получение с достаточно высоким разрешением карты площади выпадения града, карт размера и кинетической энергии града на ЗТ и ПТ, а также значений глобальной кинетической энергии града E_{Σ} (Дж), интегрированной по всей площади выпадения града, вероятности выпадения града, размеров града в облаке. Применение радиолокационного метода более предпочтительно в сочетании с данными градомерных наблюдений в отдельных реперных точках для калибровки радиолокационных данных.

Полезной является информация системы страхования от града, применяемая во многих странах, благодаря созданию длинных исторических рядов данных о количестве дней с ущербом от

града, площади и степени повреждений. Однако методы страхования [15-17] в разных странах сильно отличаются друг от друга и изменяются со временем. Кроме того, система страхования может охватывать не все хозяйства. Например, в бывшем СССР Госстрах страховал собственность колхозов, но не страховал собственность совхозов [15-16]. В Болгарии и Аргентине [17], при величине потерь от града меньше 5% страховая компания не возмещает ущерб. В США [14] и Аргентине [17] страховые компании возмещают 50% сокращения урожая. Потери определяются оценщиком страховой компании (который стремится снизить ущерб) и фермером (который стремится завысить ущерб). Поэтому при использовании данных органов страхования необходимо учитывать эти различия и изменения.

Более приемлемым и объективным является результат обследования площадей градобитий комиссией, состоящей из представителей органов сельского хозяйства, пострадавшего хозяйства, Противоградовой службы и страхового агентства (если поля застрахованы). При этом представители пострадавшего хозяйства обычно заинтересованы в завышении ущерба, органы страхования и представители Противоградовой службы – в занижении. В процессе дискуссии обычно достигается более объективная оценка. Так, в Кахетии оценка ущерба от градобитий в годы работы Противоградовой службы в прошлом столетии проводилась органами государственного страхования, местными агропромышленными организациями (РАПО – районные агропромышленные объединения), а также специальным экономическим отделом Службы борьбы с градом. Обычно, размеры ущерба, определенные этими организациями, отличались друг от друга. При этом данные госстраха в среднем были выше данных Противоградовой службы и ниже данных РАПО [18].

Преимуществом оценки ущерба на основе детального обследования пострадавших посевов является то, что каждое растение на ЗТ является своего рода градовой подушкой и при тщательном обследовании ЗТ обнаруживается любое мелкомасштабное градобитие и оценивается реальный ущерб.

К факторам, сильно влияющим на размер ущерба от града, относят:

- разную чувствительность сельхозкультур к повреждениям от града;
- зависимость ущерба от стадии вегетации;
- направления и силы ветра. Ущерб возрастает на 30%, если направление ветра перпендикулярно направлению рядов виноградника, фруктовых деревьев и т.д.;
- интенсивный град, даже небольших размеров может причинять более серьезный ущерб, чем крупный, но редкий град и т.д.

Для оценки физической эффективности ПГЗ используются апробированные на практике параметры:

- площадь выпадения града S_{Γ} , га;
- площадь повреждённых от градобитий сельхозкультур S_{Π} , га;
- степень повреждения сельхозкультур от градобитий K , %;
- площадь градобитий в пересчёте на 100% повреждения S_{100} , га;
- процент потерь сельхозпродукции от градобитий N , %;
- карты кинетической энергии градовых осадков E , Дж/м² и глобальной кинетической энергии градовых осадков E_{Σ} , Дж.

Площадь выпадения града S_{Γ} может измеряться с помощью радиолокатора или плотной градомерной сети, но она охватывает как площади повреждений, так и площади без повреждения

зеленых насаждений, и поэтому с точки зрения оценки эффективности ПГЗ этот параметр не очень информативен.

Значения S_{Π} и K оцениваются органами сельского хозяйства и страхования совместно с представителем Противогорадовой службы. Хотя эти оценки в определенной мере субъективны, без них не обходится ни один серьезный проект ПГЗ.

Параметр S_{100} – интегральный параметр, учитывающий площадь повреждений S_{Π} и степень повреждения сельхозкультур от градобитий K .

Более информативным показателем физической эффективности ПГЗ является еще более интегральный параметр – процент потерь сельхозпродукции от градобитий N (%), который учитывает площадь градобитий, степень повреждений. Преимуществом этого параметра является то, что он нормирован к площади культивируемой территории, обеспечивает возможность сравнения градоопасности различных регионов и удобен для получения однородных рядов данных для статистических оценок независимо от изменений по годам площади ПГЗ. Значение N в предположении однородности урожая на площадях, охваченных и неохваченных градобитием, рассчитывается [1, 10, 19] по формуле:

$$N = \frac{S_{100} \cdot \bar{C}}{S_k \cdot \bar{C}} \cdot 100 = \frac{S_{100}}{S_k} \cdot 100$$

где S_k – площадь культивируемой территории на ЗТ (га); \bar{C} – средняя стоимость урожая с 1 га ЗТ (га).

Производственные работы по защите сельскохозяйственных культур от градобитий в Грузии проводились в период с 1967 по 1989 гг. [18]. К концу 80-х годов прошлого столетия площадь защищаемой территории в районах Кахетии достигала 800 тыс. га и в районах Южной Грузии – 400 тыс. га. Эффективность противогорадовых работ в Грузии к этому времени по данным о пострадавших сельскохозяйственных угодий составляла примерно 70% [1,18,20]. Средняя физическая эффективность (сопоставление данных об ожидаемых и реальных случаях града) – 75-85% [5].

После прекращения противогорадовых работ обнаружилось, что площади, побитые градом в Кахетии увеличились и даже стали больше, чем до начала работы Противогорадовой службы [18,21]. Более того, оценки влияния антропогенного (в том числе и радиоактивного) загрязнения атмосферы на интенсивность грозовых и градовых процессов, а также режим осадков [22-24], показали, что связь этого загрязнения с указанными явлениями атмосферы имеют достаточно сложный характер. В целом же аэрозольное загрязнение атмосферы приводило к усилению интенсивности градобитий и, соответственно, к уменьшению эффективности противогорадовых работ [24]. Аналогичная ситуация отмечалась и на Северном Кавказе [25]. Так, в среднем, в 1968-1988 гг. в Кахетии с ростом аэрозольного загрязнения атмосферы эффективность противогорадовых работ уменьшилась с 86 до 68 %, а на Северном Кавказе с 88 до 49 % [25].

В 2015 году со дня возобновления работы Противогорадовой службы в Кахетии (28 мая) всего было 36 дней с воздействием. Обработано 185 градоопасных и градовых зон. Град выпал всего в 3 случаях. Физическая эффективность противогорадовых работ по результатам сопоставления реальных и ожидаемых дней с градом в указанном году составил около 92%. Несмотря на то, что в 2015 году работа службы, главным образом, проходила в тестовом режиме, предварительный анализ показал успешность и дальнейшую перспективность противогорадовых мероприятий.

Литература

1. Абшаев А.М., Абшаев М.Т, Бареква М.В., Малкарова А.М. Руководство по организации и проведению противоголодов работ. ISBN 978-5-905770-54-8, Налчик, "Печатный двор", 2014, 500 с.
2. Амيرانашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. – Противоголодовые ракеты типа земля-воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, ISSN 1512-1135, т. 64, Тбилиси, 2013, с. 151-159.
3. Амيرانашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Метеорологические радары и радиолокационное обеспечение активных воздействий на атмосферные процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2015, с.101-112
4. Амيرانашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Средства воздействия на атмосферные процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2014, с. 113-120.
5. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Dzodzuashvili U.V., Ghloni N.Ya., Sauri I.P. Reconstruction of Anti-Hail System in Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue V. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v.18B, 2015, pp. 92-106.
6. Амيرانашвили А.Г., Бурнадзе А.С., Двалишвили К.С., Геловани Г.Т., Глonti Н.Я., Дзодзуашвили У.В., Кайшаури М.Н., Квеселава Н.С., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Чаргазия Х.З., Чихладзе В.А. Возобновление работ по борьбе с голодом в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 14-27.
7. Абаиадзе О.А., Авлохашвили Х.В., Амيرانашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Кириа Дж.К., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Хеташвили А.А., Цхведиашвили Г.Н., Чихладзе В.А. Радиолокационное обеспечение противоголодовой службы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 28-38.
8. Амيرانашвили А.Г., Барекчан И.Ю., Двалишвили К.С., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Татишвили Г.З., Телия Ш.О., Чихладзе В.А. Характеристики наземных средств воздействия на голодовые процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 39-52.
9. Абаидзе О.А., Арвеладзе Л.В., Беракчан И.Ю., Дзаганашвили Д.Р., Кириа Дж.К., Манагадзе И.Б., Размаишвили Р. Н., Татишвили Г.З., Ундилашвили Г.Д., Чхаидзе Б.Дж. Дистанционная система управления активными воздействиями на голодовые процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 53-59.
10. Абшаев М.Т., Малкарова А.М. Оценка эффективности предотвращения голода. СПб., Гидрометеоздат, 2006, 280 с.
11. Foote G.B., Mohr C.G. Results of randomized hail suppression experiment in northeast Colorado. Part VI. Post hoc stratification by storm intensity and type . Appl. Met., № 18, 1979, pp. 1589-1600.
12. Federer B., Waldvogel A., Schmidt W. et al. Main results of Grossversuch-4. J. Climate Appl. Met., vol. 25, 1986, pp. 917 - 957.
13. Dessens J., Jose Luis Sanchez, Roberto Fraile. Response of Silver iodide ground seeding on different types of hailstorms as measured with hail pads. 7th WMO Sci. Conf. on Weather Modification. Chiang Mai, Thailand, vol. 2, 1999, pp. 387-390.
14. Smith P.L., Johnson L.R., Prieignitz D.L., Mielke P.W. Statistical evaluations of the North Dakota cloud Modification Project. 6th WMO Sci. Conf. On Weather Modification. Paestum, Italy, vol.1, 1994, pp. 281-284.
15. Инструкция о государственном обязательном страховании имущества сельскохозяйственных предприятий системы Госагропрома СССР. М., Финансы и статистика, 1988, 96 с.
16. Инструкция по определению и выплате страхового возмещения сельскохозяйственным предприятиям системы МСХ СССР по обязательному страхованию сельхозкультур и многолетних насаждений. М., Финансы, 1978, 26 с.

17. Manual de Tasaciones de Danos de granizo en vinedos. Mendosa, 1973, 87 p.
- 18.Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Некоторые характеристики градовых процессов в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2015, с. 77-100.
19. Абшаев М.Т., Сафаров С.Г. Оценка эффективности активного воздействия на градовые процессы. Тр. ВГИ, вып. 80, 1991, с. 122-136.
- 20.Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Читанава Р.Б. О необходимости возобновления работ по искусственному регулированию атмосферных процессов в Грузии, Межд. научно-техн. конф. «Проблемы гидрометеорологии и экологии», посвящ. 60-летию со дня основания института и 100-летию со дня рожд. его первого директора В.П. Ломинадзе, Тбилиси, 28-30 мая 2013, Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии, ISSN 1512 – 0902, т.119, Тбилиси, 2013, с. 144 - 152.
21. Амиранашвили А., Амиранашвили В., Блиадзе Т., Нодиа А., Чихладзе В., Бахсолиани М., Хуродзе Т. Особенности многолетней изменчивости градобитий в Кахетии. Тр. Института географии им. Вахушти Багратиони АН Грузии, т. 21, USSN 1512-1224, Тбилиси, 2003, с. 58-79, (на грузинском языке).
- 22.Amiranashvili A.G., Gzirishvili T.G., Chumberidze Z.A. On the role of artificial ice forming reagents and radioactive intermixtures in the variation of convective clouds thunderstorm and hail activity. Proc. 12th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Zurich, Switzerland, August 19-23, vol. 1, 1996, pp. 267-270.
- 23.Amiranashvili A. Connection Between the characteristics of thunderstorm activity and air pollution in Kakheti region of Georgia. Proc. of IX Int. Symposium on Lightning Protection, Foz do Iguaçu, Brazil, 26-30 November 2007.
- 24.Амиранашвили А.Г. Влияние антропогенного загрязнения атмосферы на изменчивость интенсивности градовых процессов. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 64, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2013, с. 160-177.
- 25.Аджиев А.Х., Амиранашвили А.Г., Чаргазия Х.З. Влияние аэрозольного загрязнения атмосферы на эффективность противорадовых работ в Кахетии и на Северном Кавказе. Доклады Всероссийской открытой конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы, посвященной 80-летию Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции АН СССР, 7-9 октября 2014 г., часть 2, ФГБУ «Высокогорный Геофизический Институт», Нальчик, 2015, с. 387-395.

სეტყვისგან დაცვის ფიზიკური ეფექტურობის შეფასების შესახებ

ბურნაძე ა., ვარამაშვილი ნ., ჯამრიშვილი ნ., კვესელავა ნ.

რეზიუმე

წარმოდგენილია სეტყვასაწინააღმდეგო დაცვის ფიზიკური ეფექტურობის შეფასების შესახებ ნაშრომების მიმოხილვა. კერძოდ, აღნიშნულია, რომ სეტყვიანი დღეების რეალური და მოსალოდნელი შედეგების შეპირისპირებისას სეტყვასაწინააღმდეგო სამუშაოების ფიზიკურმა ეფექტურობამ 2015 წელს კახეთში შეადგინა დაახლოებით 92%.

ON THE ESTIMATIONS OF THE PHYSICAL EFFECTIVENESS OF ANTI-HAIL PROTECTION

Burnadze A., Varamashvili N., Jamrishvili N., Kveselava N.

Abstract

The survey of works on the estimation of the physical effectiveness of anti-hail protection is represented. In particular, it is noted that the physical effectiveness of anti-hail works according to the results of the comparison of the real and expected days with the hail in 2015 year in Kakheti was about 92%.

ОБ ОЦЕНКАХ ФИЗИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОГРАДОВОЙ ЗАЩИТЫ

Бурнадзе А.С., Варамашвили Н.Д., Джамришвили Н.К., Квеселава Н.С.

Реферат

Представлен обзор работ по оценке физической эффективности противогорадовой защиты. В частности отмечается, что физическая эффективность противогорадовых работ по результатам сопоставления реальных и ожидаемых дней с градом в 2015 году в Кахетии составила около 92%.