

Министерство образования и науки Российской Федерации

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Для заочной формы обучения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по дисциплине

**«РЕГИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДОЛГОСРОЧНОГО  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
В ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЕ»**

Направление подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология  
Направленность (профиль) – Прикладная метеорология  
Квалификация (степень) – Бакалавр академический



Санкт-Петербург  
2018

*Одобрено Ученым советом метеорологического факультета*

УДК 551.509.33(072)(160.23)

Методические указания по дисциплине «Региональные методы долгосрочного прогнозирования в тропической зоне» для высших учебных заведений. Направление подготовки 05.03.05. – Прикладная гидрометеорология. Профиль подготовки – Прикладная метеорология. Квалификация (степень) – Бакалавр академический. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2018. –25с.

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Региональные методы долгосрочного прогнозирования в тропической зоне». Даются рекомендации по изучению дисциплины. Приводятся вопросы для самопроверки, рекомендуемая литература, контрольная работа.

Составитель: Куликова Л.А., к.ф-м.н., доцент каф. ЭФА, РГГМУ

Ответственный редактор: К.Л.Егоров, к.ф-м.н., доцент каф. ЭФА, РГГМУ

©Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2017.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Основные задачи дисциплины «Региональные методы долгосрочного прогнозирования в тропической зоне» связаны с освоением студентами:

– теоретических основ и методических принципов получения, обработки, интерпретации и практического использования метеорологической информации для долгосрочного прогноза погоды.

Дисциплина изучается по выбору студентов, обучающихся по программе подготовки академического бакалавра на метеорологическом факультете.

Изучение курса долгосрочного метеорологического прогноза на ФЗО предполагает сочетание лекционных и практических занятий во время зачетно-экзаменационной сессии с самостоятельной подготовкой студентов с использованием учебной литературы, список которой прилагается. Для лучшего усвоения материала рекомендуется в процессе работы с литературой вести конспект и обязательно отвечать на вопросы для самопроверки.

В лекционном курсе излагаются наиболее трудные, а также не освещенные в учебниках вопросы программы.

В результате самостоятельного изучения курса необходимо выполнить контрольную работу. Контрольная работа содержит 5 заданий, исходная информация для которых дается в пяти вариантах и приведена в приложениях 1-2: приложение 1- пространственно-осредненные месячные и годовые суммы осадков региона; приложение 2 – температура поверхности океана (ТПО). Выбор варианта производится в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки: 0, 1 - 1-й вариант; 2, 3 - 2-й вариант; 4, 5 - 3-й вариант; 6, 7 - 4-й вариант; 8, 9 - 5-й вариант. После формулировки задачи дается краткое пояснение. Все расчеты можно производить в пакете Microsoft Office Excel. На зачетно-экзаменационную сессию следует являться, имея при себе выполненную контрольную работу.

В результате изучения дисциплины «Региональные методы долгосрочного прогнозирования в тропической зоне» формируются следующие компетенции:

ОПК-2-Способность к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по выполненному заданию, участию по внедрению результатов исследований и разработок;

ПК-2 -Способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения;

ПК-3 -Способность прогнозировать основные параметры атмосферы;

ПК-4 - Способность к решению гидрометеорологических задач, достижению поставленных критериев и показателей.

## УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основные методы долгосрочных прогнозов погоды

Рассматриваются синоптические методы долгосрочных прогнозов погоды: методы школы Б.П.Мультановского – С.П.Пагавы, школы Г.Я.Вангенгейма-А.А.Гирса; статистические методы долгосрочных прогнозов погоды; физико-статистические методы долгосрочных прогнозов погоды; гидродинамические методы долгосрочных прогнозов погоды. Оцениваются преимущества и недостатки указанных методов долгосрочных прогнозов погоды. Рассматриваются сроки заблаговременности прогнозов и основные метеорологические элементы долгосрочного прогнозирования.

#### *Литература*

[1] – п.1.1-1.2; п.2.1-2.4

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Основные методы долгосрочного метеорологического прогнозирования погоды
2. Основные разработчики синоптических методов долгосрочных метеорологических прогнозов погоды
3. Какова заблаговременность долгосрочных прогнозов погоды
4. Преимущества и недостатки каждого из методов долгосрочного прогнозирования

### Основные предикторы долгосрочных прогнозов погоды в тропической зоне

Выбор предикторов из характеристик циркуляции атмосферы: центры действия атмосферы; квазидвухлетний цикл стратосферной циркуляции в экваториальной зоне; явление Эль-Ниньо (Ла-Нинья) – Южное колебание; внутритропическая зона конвергенции.

#### *Литература*

[6] – § 61 п.4-5; § 64 п.3.

[1] – п.3.3-3.4

[7]

### *Вопросы для самопроверки*

1. Определение предикторов и предиктантов
2. Основные предикторы долгосрочного прогнозирования в тропической зоне

#### Оценка прогностического потенциала явления Эль-Ниньо (Ла-Нинья) для долгосрочного прогноза

Определение явления Эль-Ниньо (Ла-Нинья) и его связь с Южным колебанием. Интенсивность, масштабы и продолжительность Эль-Ниньо (Ла-Нинья). Отклик метеорологических величин на явления Эль-Ниньо (Ла-Нинья) Повторяемость градаций метеорологических величин в годы Эль-Ниньо и Ла-Нинья как критерий оценки прогностического потенциала этого явления для долгосрочного прогноза.

### *Л и т е р а т у р а*

[1] – п. 3.4

### *Вопросы для самопроверки*

1. В каком океане отмечается явление Эль-Ниньо
2. В какой период года чаще всего наблюдается Эль-Ниньо
3. У побережья каких стран наблюдается Эль-Ниньо
4. С каким колебания приземного давления связано Эль-Ниньо

Критерий возможности использования квазидвухлетней цикличности стратосферной циркуляции в экваториальной зоне для долгосрочного прогноза погоды

Квазидвухлетняя цикличность атмосферной циркуляции (КДЦ). Восточная и западная фаза зонального переноса стратосферной циркуляции в экваториальной зоне. Аномалии температуры и осадков при различных фазах квазидвухлетней циркуляции. Возможности использования периодов восточной и западной фаз стратосферной циркуляции в долгосрочных прогнозах погоды.

## *Литература*

[1] – п. 3.3

### *Вопросы для самопроверки*

1. В какой зоне наблюдается квазидвухлетняя цикличность атмосферной циркуляции
2. На каком уровне наблюдается квазидвухлетняя цикличность атмосферной циркуляции
3. Какие фазы квазидвухлетней цикличности стратосферной циркуляции наблюдаются в тропической зоне
4. Какова продолжительность квазидвухлетней цикличности стратосферной циркуляции

Характеристики центров действия атмосферы как потенциальных предикторов для долгосрочного прогноза

Центры действия атмосферы. Сезонные и перманентные центры действия атмосферы. Возникновение центров действия атмосферы. Характеристики центров действия атмосферы. База данных по характеристикам центров действия атмосферы. Изменения режимных характеристик предиктанта при колебаниях центров действия атмосферы. Оценка аномалий характеристик центров действия при экстремальных градациях предиктанта как критерий прогностического потенциала центров действия атмосферы для решения задач долгосрочного прогноза погоды в тропической зоне.

## *Литература*

[6] – § 61 п.4-5; § 64 п.3.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Чем отличаются отдельные циклоны и антициклоны от ЦДА
2. Как различаются ЦДА по давлению
3. Как различаются ЦДА по продолжительности существования
4. Какие ЦДА отмечаются в субтропической зоне

Влияние внутритропической зоны конвергенции на режим осадков в тропической зоне

Внутритропическая зона конвергенции (ВЗК). Характер ее миграции. Режим осадков в тропической зоне при колебаниях положения внутритропической зоны конвергенции. Идентификация положения ВЗК по дипольному индексу температуры поверхности океанов (ТПО). Использование дипольного индекса ТПО при долгосрочном прогнозировании осадков.

*Л и т е р а т у р а*

[3] – ВЗК

[7]

*Вопросы для самопроверки*

1. Определение ВЗК
2. На какой широте отмечается среднее положение ВЗК
3. В какое полушарие обычно смещается ВЗК
4. Как изменяется режим осадков в зоне ВЗК
5. Определение дипольного индекса ТПО

Уравнение линейной регрессии для решения задачи долгосрочного прогноза погоды

Коэффициент корреляции между предиктором и предиктантом. Уровень значимости коэффициента корреляции. Уравнение линейной регрессии. Выбор периода наблюдений при использовании уравнения линейной регрессии в задаче долгосрочного прогнозирования погоды. Определение коэффициентов линейной регрессии.

*Л и т е р а т у р а*

[2] – 6.2-6.3; 7.2

*Вопросы для самопроверки*

1. Определение коэффициента корреляции
2. Диапазон изменения коэффициента корреляции
3. Уровень значимости коэффициента корреляции
4. Определение коэффициентов уравнения регрессии

## Методы оценки качества долгосрочного прогноза

Матрица сопряженности градаций прогнозируемых и наблюдаемых значений метеорологической величины в балльной системе. Оценки точности прогностических уравнений. Среднеквадратическая ошибка. Коэффициент детерминации. Коэффициент эффективности прогноза.

### *Л и т е р а т у р а*

[2] – 7.3

[4] – 6.2

### *Вопросы для самопроверки*

- 1.** Выбор базы данных для оценки качества долгосрочного прогноза
- 2.** Определение среднеквадратической ошибки прогноза за определенный период
- 3.** Расчет коэффициента эффективности долгосрочного прогноза по балльной системе

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Расчет долгосрочного прогноза осадков для заданного региона( по уравнению линейной регрессии с использованием дипольного индекса ТПО в качестве предиктора) и оценка его качества.

Определения:

X – предиктор (дипольный индекс ТПО )

Y- предиктант (осадки региона)

### Задание 1

**Расчет статистических моментов осадков заданного региона ( предиктанта)**

1.Выбрать регион

Выбор региона производится в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки:

0, 1 - Танзания; 2, 3 – Мозамбик; 4, 5 – Конго; 6, 7 – Кот-д’Ивуар; 8, 9 – Вьетнам

2. Выбрать данные по осадкам для заданного региона (приложение 1)

Осадки представлены месячными и годовыми суммами за 40-летний ряд **Базовый период наблюдения** – первые 30 лет в ряду данных;

следующие 10 лет - **независимая выборка** для проверки прогноза.

Расчет всех характеристик осуществляется по базовому периоду.

3.Рассчитать для каждого месяца среднегодовое (за базовый период наблюдения) месячные суммы осадков региона ( $\bar{Y}$ )

В EXCEL : категория : статистические; функция : срзнач

4.Рассчитать среднеквадратические отклонения месячных сумм осадков региона для каждого месяца (за базовый период наблюдения)  $\sigma_Y$

В EXCEL : категория : статистические; функция : стандотклон

Форма отчета по заданию 1

1. Указать регион

2. Указать базовый период наблюдения

3. Составить таблицу статистических моментов режима осадков региона ( $\bar{Y}$ ,  $\sigma_Y$ ) по месяцам

Статистические моменты представлять с двумя знаками после запятой. Указать единицы измерения.

Пояснения:

К п.3-4 – [2,5]

## Задание 2

### Расчет статистических моментов дипольного индекса ТПО (предиктора)

1. Выбрать океан, ближайший к побережью региона (для Вьетнама выбрать Индийский океан)
2. Выбрать данные по дипольному индексу заданного океана (приложение 2).  
Замечание: в EXCEL возможны 2 варианта разделительного знака между целой и дробной частью числа: точка или запятая. В случае несовпадения с Вашей версией EXCEL изменить разделительный знак в любом редакторе
3. Рассчитать для каждого месяца среднегодулетние (за базовый период наблюдения из задания 1) значения дипольного индекса ТПО ( $\bar{X}$ )  
В EXCEL : категория : статистические; функция : срзнач
4. Рассчитать среднеквадратические отклонения месячных сумм осадков региона для каждого месяца (за базовый период наблюдения)  $\sigma_X$   
В EXCEL : категория : статистические; функция : стандотклон

Форма отчета по заданию 2

1. Указать океан
2. Указать базовый период наблюдения
3. Составить таблицу статистических моментов дипольного индекса ТПО ( $\bar{X}$ ,  $\sigma_X$ ) по месяцам  
Статистические моменты представлять с двумя знаками после запятой. Указать единицы измерения.  
Пояснения:  
К п.3-4 – [2,5]

## Задание 3

### Определение статистически значимых коэффициентов корреляции месячных сумм осадков региона и индексов ТПО

1. Рассчитать коэффициенты корреляции дипольных индексов ТПО и месячных сумм осадков региона по базовому периоду наблюдений (из задания 1).  
В EXCEL : категория : статистические; функция : коррел
2. Определить критическое значение для оценки уровня статистической значимости коэффициентов корреляции дипольных индексов ТПО и месячных сумм осадков региона (на 5% уровне значимости)
3. Определить месяцы, для которых можно использовать дипольный индекс ТПО в качестве предиктора для долгосрочного прогноза осадков

Форма отчета по заданию 3

1. Составить таблицу коэффициентов корреляции дипольного индекса ТПО и месячных сумм осадков региона по месяцам
2. Представить формулу для расчета критического значения коэффициента корреляции для оценки статистической значимости коэффициентов корреляции дипольных индексов ТПО и месячных сумм осадков региона (на 5% уровне значимости)
4. Указать критерий для оценки статистической значимости коэффициентов корреляции дипольных индексов ТПО и месячных сумм осадков региона
5. Указать критическое значения коэффициента корреляции для оценки статистической значимости коэффициентов корреляции дипольных индексов ТПО и месячных сумм осадков региона
6. Указать месяцы, для которых можно использовать дипольный индекс ТПО в качестве предиктора для долгосрочного прогноза осадков региона

Пояснения[2]– 6.2-6.3.

#### Задание 4

##### **Расчет долгосрочного прогноза осадков региона по уравнению регрессии с использованием выбранных предикторов**

1. Выбрать месяц с оптимальным коэффициентом корреляции дипольного индекса ТПО и месячной суммы осадков региона
  2. Записать уравнение регрессии в общем виде
  3. Вставить числовые параметры в уравнение регрессии
  4. Рассчитать прогноз осадков региона для выбранного месяца за 10лет (независимая выборка).
- В EXCEL записать уравнение регрессии в адресной форме

Форма отчета по заданию 4

1. Указать месяц и значение оптимального коэффициента корреляции дипольного индекса ТПО и месячной суммы осадков региона
2. Представить уравнение регрессии в общем виде
3. Представить уравнение регрессии с числовыми значениями параметров
4. Составить таблицу результатов расчета прогноза осадков региона для выбранного месяца за 10лет (независимая выборка).

год	x	y
...		
...		

Пояснения [2]– 7.2

## Задание 5

### Оценка качества долгосрочного прогноза осадков региона по среднеквадратической ошибке

1. Рассчитать разности наблюдаемых и прогностических значений осадков региона за 10 лет (независимая выборка).
2. Суммировать квадраты разностей наблюдаемых и прогностических значений осадков региона за 10 лет (независимая выборка).
3. Рассчитать среднее значение квадратов разностей наблюдаемых и прогностических значений осадков региона за 10 лет (независимая выборка).

Форма отчета по заданию 5.

1. Составить таблицу данных по осадкам для выбранного месяца

год	наблюдение R	Прогноз Pr	$(R-Pr)^2$
...			
...			
			$\Sigma$

2. Представить оценку среднеквадратической ошибки прогноза осадков

### Приложение 1 Месячные и годовые суммы осадков в мм по региону

В строке: год, месячные суммы осадков за 12 месяцев, последний элемент- годовые суммы осадков

Вариант 1 Регион: Танзания

1955	100	171	141	186	140	30	18	8	21	22	56	147	1029
1956	221	119	130	208	69	18	6	11	16	23	61	123	997
1957	174	111	153	238	146	16	14	10	14	38	83	156	1164
1958	78	140	211	153	68	30	12	14	13	23	43	144	927
1959	113	134	163	145	66	15	16	25	14	40	97	123	976
1960	156	135	195	251	54	28	9	6	20	37	45	54	973
1961	74	156	134	162	76	18	55	16	39	127	273	245	1385
1962	190	105	149	175	81	15	18	30	22	63	79	127	1059

1963	163	129	176	208	78	35	12	8	13	19	252	170	1291
1964	130	144	188	225	59	18	8	13	13	36	44	110	999
1965	90	107	142	174	75	8	8	14	28	61	104	167	982
1966	95	128	204	172	89	38	11	17	23	43	69	96	973
1967	73	88	113	228	172	30	46	26	70	68	159	189	1252
1968	101	161	239	265	93	52	10	11	12	37	138	156	1283
1969	113	134	130	137	87	18	13	26	18	43	116	74	910
1970	177	136	201	155	68	9	13	11	29	26	53	161	1031
1971	110	99	107	204	81	26	23	15	16	25	59	119	889
1972	113	133	139	153	144	21	14	14	37	88	159	144	1155
1973	161	120	92	186	73	23	6	15	22	32	85	98	922
1974	91	61	134	250	83	35	37	11	17	25	62	95	886
1975	96	72	163	175	98	23	24	8	46	33	37	116	901
1976	86	108	141	159	99	34	21	16	26	31	61	84	868
1977	161	102	116	203	88	15	8	32	45	77	138	153	1168
1978	122	106	242	189	62	22	9	11	14	36	175	194	1190
1979	160	170	162	247	146	39	15	13	18	26	81	142	1226
1980	121	71	135	182	117	5	11	31	15	36	113	138	951
1981	90	92	187	171	103	13	10	20	23	55	50	155	976
1982	90	73	121	175	136	40	30	17	29	134	209	166	1208
1983	106	84	133	152	148	26	23	15	19	40	50	157	930
1984	146	102	113	258	70	41	26	10	16	65	151	162	1157
1985	88	163	146	188	110	13	26	12	19	41	142	130	1061
1986	157	82	161	238	125	13	4	10	10	59	112	225	1200
1987	151	112	127	145	114	12	19	26	16	31	76	74	893
1988	156	83	188	182	49	32	9	22	25	39	85	159	1037
1989	188	73	157	221	132	31	16	24	21	56	100	197	1235
1990	92	149	233	241	85	18	8	12	17	43	108	121	1145
1991	165	102	198	146	124	13	19	16	21	57	89	159	1058
1992	85	140	116	244	128	25	14	7	10	18	158	133	1077
1993	148	114	169	209	98	20	12	23	10	32	70	54	942
1994	113	162	170	160	97	15	29	17	15	50	98	168	1104

Вариант 2 Регион: Мозамбик

1957	211	145	147	95	39	15	24	13	9	20	27	180	924
1958	265	245	96	69	21	43	23	23	24	34	44	158	1052
1959	194	222	108	46	20	19	25	18	24	24	48	154	907
1960	149	175	159	67	24	25	23	8	32	20	57	169	899
1961	164	152	172	104	26	38	35	50	14	29	87	168	1037
1962	305	133	197	105	30	6	16	18	2	28	110	239	1181
1963	226	282	177	76	28	26	15	3	2	25	96	159	1108
1964	208	168	77	40	27	18	25	14	4	18	65	184	829
1965	232	153	234	57	26	16	9	12	32	27	78	140	1003
1966	228	243	99	56	27	40	16	11	10	30	61	132	963
1967	194	201	229	113	43	25	35	18	8	33	67	138	1102
1968	166	173	120	73	30	25	16	8	8	14	90	171	901
1969	203	123	143	105	37	17	22	15	8	61	63	240	1077
1970	157	140	68	58	12	25	13	4	4	29	114	145	730
1971	262	162	139	47	49	34	20	3	6	39	92	133	977
1972	218	252	120	67	91	22	15	9	5	29	61	124	1037
1973	157	123	111	137	25	26	32	13	38	24	88	207	947
1974	168	233	254	98	73	24	38	8	20	19	77	176	1160
1975	157	193	131	101	38	30	16	15	4	28	66	194	924
1976	264	189	190	122	68	40	13	11	5	36	39	146	1114
1977	160	255	189	48	11	14	21	30	47	18	71	148	1056
1978	243	187	207	115	22	44	37	2	15	45	80	264	1290
1979	130	181	176	63	34	30	38	19	12	28	112	139	970
1980	126	121	141	106	20	21	27	27	38	26	47	180	922
1981	136	226	124	62	78	20	17	21	65	74	70	145	1060
1982	223	216	118	100	30	13	27	10	16	53	52	113	954
1983	160	155	95	38	43	27	38	29	2	23	60	155	847
1984	214	175	198	70	41	35	45	17	14	22	86	172	1066
1985	167	169	155	68	47	40	35	17	29	45	110	126	998
1986	204	136	121	111	25	17	11	15	8	57	68	156	880

1987	145	82	136	53	28	32	24	31	31	28	36	127	756
1988	150	143	146	67	57	32	20	17	4	66	57	121	870
1989	140	210	144	68	48	45	24	18	13	43	92	171	967
1990	189	155	90	68	31	10	10	20	14	12	46	105	634
1991	111	234	190	69	30	33	23	17	19	28	88	124	697
1992	147	98	45	25	19	20	11	10	1	12	79	84	537
1993	221	169	144	54	19	10	25	13	7	17	42	98	818
1994	275	131	191	44	22	20	48	15	11	33	18	150	1040
1995	226	153	110	78	57	20	11	21	6	15	34	156	719
1996	207	225	156	73	94	50	27	26	6	6	40	114	1292

Вариант 3 Регион: Конго

1951	83	139	227	170	168	47	36	43	105	215	233	187	1652
1952	96	141	208	170	187	78	24	36	119	169	244	149	1625
1953	137	176	173	173	181	25	45	28	68	147	164	77	1356
1954	73	192	191	158	149	49	15	39	107	158	232	146	1509
1955	136	76	204	232	203	47	42	32	122	226	186	163	1667
1956	111	99	173	186	116	42	18	34	112	166	197	165	1403
1957	161	149	247	181	115	40	38	55	94	174	181	155	1591
1958	69	66	150	156	82	28	5	41	109	159	175	136	1176
1959	183	141	211	175	123	42	37	80	83	234	204	195	1707
1960	86	179	174	189	155	69	28	54	117	194	208	160	1614
1961	180	147	215	245	150	37	63	53	168	215	250	117	1778
1962	138	159	250	164	143	44	27	77	133	213	242	167	1735
1963	146	153	185	231	198	47	48	60	99	142	199	150	1733
1964	112	127	168	271	157	60	13	40	100	200	179	196	1629
1965	140	122	201	160	154	40	28	65	126	157	179	115	1487
1966	138	174	177	263	154	76	19	60	97	185	313	152	1807
1967	128	111	230	121	107	75	26	39	155	169	176	118	1437
1968	175	158	148	151	157	40	35	54	144	152	218	140	1578
1969	131	134	189	203	146	52	37	85	111	169	239	164	1658
1970	126	145	217	208	148	35	30	68	120	200	254	134	1687

1971	92	115	182	139	146	39	53	67	125	190	245	101	1495
1972	109	76	116	157	139	29	32	50	87	162	261	157	1375
1973	139	124	119	203	169	33	28	42	113	156	261	122	1528
1974	190	133	148	161	129	33	19	58	100	135	234	154	1492
1975	127	164	187	157	143	47	35	13	96	204	270	156	1596
1976	120	174	187	149	127	75	18	40	95	188	223	186	1545
1977	169	127	204	150	120	74	25	56	98	202	220	137	1609
1978	79	85	88	186	117	57	23	52	106	159	238	111	1302
1979	194	148	153	163	162	54	33	39	89	123	197	142	1497
1980	120	172	145	219	155	51	35	91	107	160	221	145	1622
1981	118	130	195	169	100	37	48	47	101	191	196	206	1536
1982	105	143	175	120	158	57	57	44	118	183	160	116	1405
1983	105	155	108	140	99	69	33	38	73	128	221	114	1272
1984	105	126	155	138	148	102	88	73	86	146	263	106	1518
1985	126	81	169	243	159	55	71	75	155	126	242	140	1641
1986	131	148	167	165	142	35	33	42	143	164	137	131	1429
1987	50	152	163	174	89	28	28	122	132	145	202	128	1371
1988	149	169	163	177	98	80	41	55	86	134	201	179	1499
1989	135	122	190	160	176	48	23	73	135	179	181	162	1534
1990	121	152	153	120	174	55	24	70	99	197	203	193	1574

Вариант 4 Кот-д' Ивуар

1958	43	24	93	146	161	139	34	71	155	98	98	39	1118
1959	19	55	107	120	197	232	192	118	300	121	75	34	1583
1960	28	21	123	149	141	307	106	190	261	124	56	44	1574
1961	8	10	77	148	142	249	167	85	198	114	54	8	1247
1962	4	40	102	160	136	340	185	178	196	154	137	15	1635
1963	30	79	69	138	182	208	301	205	196	234	51	17	1719
1964	17	16	101	98	173	287	133	171	174	79	66	88	1407
1965	31	46	75	122	139	251	179	154	199	121	41	5	1323
1966	4	27	84	132	146	242	191	197	184	160	62	22	1467

1967	3	47	76	119	132	246	146	156	187	68	47	42	1242
1968	14	79	72	133	152	259	238	229	218	177	92	40	1712
1969	5	43	83	132	110	278	162	152	122	189	112	17	1395
1970	25	40	83	130	202	197	99	133	199	128	75	14	1329
1971	11	57	111	116	161	251	137	135	200	95	60	42	1387
1972	18	57	111	131	209	259	129	83	114	145	43	32	1330
1973	6	47	72	125	116	210	118	193	229	150	44	26	1351
1974	17	27	126	128	113	268	161	126	195	136	51	23	1378
1975	1	53	101	110	186	204	195	94	181	102	60	36	1316
1976	12	75	105	128	235	333	102	91	84	122	106	9	1399
1977	16	31	62	74	171	231	66	137	208	111	44	25	1184
1978	11	54	94	197	216	206	84	71	129	131	50	47	1305
1979	13	19	68	131	181	312	181	137	205	159	79	15	1503
1980	28	45	72	86	217	164	155	158	168	125	93	20	1336
1981	3	24	107	107	180	181	174	140	164	112	34	14	1240
1982	3	49	115	131	192	229	132	139	76	127	49	13	1266
1983	0	21	34	94	199	173	68	86	125	43	47	39	925
1984	8	20	111	111	164	177	220	184	149	157	36	14	1315
1985	21	23	75	96	124	191	203	266	199	84	48	6	1342
1986	1	44	71	103	147	152	126	139	176	100	39	6	1093
1987	13	34	65	60	146	181	101	255	255	126	26	20	1311
1988	5	17	94	113	116	194	170	183	212	99	45	23	1279
1989	4	17	98	113	101	240	221	221	191	126	27	28	1400
1990	12	34	16	131	131	171	126	129	145	104	83	74	1165
1991	12	36	75	126	189	151	174	181	103	103	39	9	1194
1992	4	29	49	129	180	140	140	89	158	139	72	22	1143
1993	3	42	122	122	139	165	123	125	177	136	47	15	1222
1994	21	37	62	117	153	158	140	160	181	252	61	4	1349
1995	6	16	121	146	174	215	139	190	181	125	53	52	1409
1996	16	60	96	138	172	315	203	171	129	111	78	42	1484
1997	33	6	68	120	180	269	97	114	147	142	62	19	1110

Вариант 5 Регион: Вьетнам

1951	16	21	15	54	111	119	150	141	171	351	459	104	1559
1952	47	7	7	68	87	140	90	147	231	484	115	81	1503
1953	34	60	12	51	120	316	73	144	256	235	450	143	1300
1954	13	9	21	56	85	118	87	179	270	263	58	94	1134
1955	28	18	5	22	114	195	114	164	179	402	432	31	1545
1956	16	27	15	116	151	120	157	289	196	227	144	129	1587
1957	37	17	38	45	118	167	215	226	220	305	44	39	1407
1958	50	22	39	39	100	185	148	162	242	362	44	17	1410
1959	36	9	35	51	121	107	196	215	250	140	129	92	1330
1960	26	17	17	32	119	219	204	169	344	253	202	63	1650
1961	38	20	12	92	119	171	138	174	193	215	153	55	1380
1962	33	12	19	37	113	130	135	122	298	230	191	92	1412
1963	22	10	16	18	79	167	206	261	353	274	141	90	1644
1964	20	26	31	33	174	151	175	217	266	302	413	132	1788
1965	17	9	16	56	163	198	221	167	277	165	304	92	1781
1966	38	16	48	43	190	194	215	195	170	308	151	192	1432
1967	81	12	6	80	154	101	283	168	202	218	115	53	1403
1968	10	16	15	64	126	168	105	227	370	362	116	22	1600
1969	58	6	13	45	64	174	206	152	318	338	116	26	1518
1970	37	13	19	68	86	216	117	150	184	456	159	78	1529
1971	14	9	22	25	201	177	231	241	173	245	197	72	1580
1972	23	11	16	92	128	149	175	224	242	163	53	80	1748
1973	7	9	30	66	106	169	308	212	244	123	6	2	1945
1974	12	6	11	65	134	111	114	170	177	300	168	167	1434
1975	76	7	53	143	299	234	166	446	342	60	139	21	1986
1976	10	78	21	137	151	129	143	240	187	200	6	0	1302
1977	57	6	9	30	29	233	492	231	173	176	15	38	1514
1978	13	13	19	107	247	323	208	283	496	239	146	6	2115
1979	28	84	11	96	245	231	212	306	296	149	0	0	1688
1980	6	44	44	136	131	263	344	510	266	232	1	14	2033

1981	7	24	35	139	164	343	132	295	129	339	38	0	1645
1982	14	47	30	97	98	169	331	407	386	52	128	6	1765
1983	57	28	33	96	105	127	219	277	205	407	70	15	1640
1984	2	24	28	130	205	399	107	319	237	146	50	13	1660
1985	37	38	74	180	48	215	177	303	369	119	41	3	1604
1986	8	18	9	268	551	450	275	231	277	96	41	22	2246
1987	5	25	22	57	194	196	220	436	160	125	71	0	1511
1988	19	50	25	17	148	40	181	220	46	279	8	0	1033
1989	52	7	77	34	242	523	221	145	152	299	7	2	1761
1990	21	92	260	91	163	157	352	39	187	109	61	7	1538

## Приложение 2 Дипольный индекс ТПО Атлантического океана

1951	0,94	-0,61	-1,04	-0,24	1,17	2,89	4,05	4,57	4,94	4,8	3,73	1,92
1952	-0,6	-1,51	-1,41	-0,76	0,67	2,7	3,6	4,39	5,04	4,78	3,71	2,41
1953	0,33	-0,83	-1,34	-0,44	0,89	2,49	3,68	4,69	5,26	4,92	3,94	2,46
1954	0,38	-1,18	-1,42	-0,8	1,07	2,58	3,44	4,27	4,78	4,79	3,88	2,16
1955	0,58	-0,42	-0,78	0,25	1,36	2,72	4,01	4,9	5,41	5,24	4,29	2,8
1956	0,63	-0,62	-1,01	-0,1	0,66	1,96	3,37	4,36	4,89	5,07	3,88	2,14
1957	-0,33	-1,8	-1,65	-0,98	0,18	1,96	3,64	4,71	5,35	5,05	4,04	2,24
1958	0,12	-0,56	-0,36	0,5	1,68	2,83	3,64	4,65	5,32	4,93	3,6	1,53
1959	-0,4	-1,41	-2	-1,2	0,62	2,25	3,62	4,31	4,88	4,79	3,65	1,67
1960	0,18	-0,97	-1,44	-0,62	0,8	2,51	3,46	4,48	4,88	4,96	4,05	2,1
1961	0,1	-0,95	-1,01	-0,07	1,38	2,52	3,46	4,44	4,84	4,88	3,8	2,37
1962	0,3	-1,03	-1,11	-0,55	0,5	2,09	3,67	4,37	4,99	4,86	3,79	2,16
1963	0,55	-0,88	-1,21	-0,59	0,24	2,11	3,53	4,23	4,64	4,44	3,54	1,57
1964	-0,16	-1	-1,26	-0,82	1,11	2,5	3,53	4,35	4,88	4,84	3,78	1,91
1965	-0,49	-1,88	-1,75	-1,06	0,4	2,07	3,48	4,36	4,69	4,75	3,85	2,05
1966	0,06	-0,52	-0,6	-0,23	0,97	2,24	3,57	4,39	4,93	4,69	3,67	1,32
1967	-0,04	-1,42	-1,34	-0,48	0,77	2,42	3,58	4,38	4,81	4,88	3,5	1,52
1968	-0,65	-1,32	-1,59	-1,24	0,26	1,93	3,53	4,52	4,67	4,68	3,52	1,68

1969	0,16	-0,83	-0,79	-0,32	1,14	2,54	3,61	4,52	4,83	4,58	3,71	2,24
1970	0,72	-0,5	-0,63	-0,07	1,24	2,65	3,56	4,42	4,94	5,11	3,73	1,93
1971	-0,18	-1,52	-1,77	-1,13	0,15	1,63	3,37	4,23	4,65	4,92	3,9	1,83
1972	-0,69	-1,82	-2,32	-1,33	-0,17	1,51	2,78	3,81	4,3	4,28	3	0,74
1973	-1,08	-2,05	-2,11	-1,3	0,19	1,56	3,02	3,86	4,25	4,14	3,18	1,49
1974	-0,35	-1,53	-2,02	-1,93	-0,55	1,53	2,95	3,87	4,36	4,03	2,97	1,4
1975	-0,06	-1,33	-1,67	-1,03	-0,04	1,61	3,25	4,32	4,66	4,64	3,56	1,97
1976	0,12	-1,39	-1,6	-0,78	0,24	2,07	3,66	4,8	5,24	4,81	3,39	1,43
1977	-0,52	-1,69	-1,36	-0,43	0,71	2,18	3,31	3,87	4,71	4,46	3,56	1,98
1978	0,3	-0,9	-0,93	-0,16	0,87	2,16	3,07	4,17	5,16	5,1	3,95	1,99
1979	0,18	-0,62	-0,93	-0,42	0,74	2,24	3,45	4,31	4,7	4,71	3,62	2,17
1980	0,39	-0,74	-1,26	-0,2	1,09	2,41	3,33	4,48	4,91	4,71	3,58	1,94
1981	-0,11	-1,18	-0,61	-0,12	1,01	2,78	3,51	4,35	4,94	4,54	3,71	2,3
1982	0,51	-0,88	-0,99	-0,29	1,15	2,46	3,54	4,49	4,82	4,46	3,31	1,38
1983	-0,81	-1,39	-0,65	-0,19	0,83	2,3	3,63	4,17	4,71	4,86	3,86	1,87
1984	-0,6	-1,74	-1,81	-0,77	0,7	1,54	3,06	3,88	4,24	4,15	3,32	1,5
1985	-0,46	-1,55	-1,73	-1,08	-0,01	2,08	3,39	4,39	4,74	4,64	3,69	1,6
1986	-0,86	-2,13	-2,36	-1,44	0,07	1,66	3,12	4,02	4,94	4,59	3,18	1,25
1987	-0,38	-1,6	-1,2	-0,42	0,98	2,49	3,76	4,73	5,23	4,7	3,43	2,02
1988	-0,45	-1,95	-1,62	-0,54	0,59	2,15	3,38	4,09	4,75	4,51	3,59	1,73
1989	-0,52	-1,39	-2	-1,42	0,39	2,35	3,97	4,8	4,97	4,75	3,65	2,25
1990	0,06	-1,3	-1,42	-0,97	0,55	2,05	3,59	4,76	5,37	5,03	3,84	1,83
1991	-0,04	-1,32	-1,62	-1,31	-0,14	1,75	3,34	4,55	5,31	4,77	3,8	1,82
1992	0,22	-0,75	-1,11	-0,76	0,73	2,33	3,52	4,49	4,99	4,84	3,65	1,8
1993	-0,32	-1,46	-1,76	-0,94	0,76	2,32	3,19	4,29	4,58	4,23	2,84	1,17
1994	-0,69	-1,76	-2,04	-1,15	0,41	2,16	3,56	4,41	4,68	4,61	3,64	1,75
1995	-0,18	-1,33	-1,69	-0,9	0,95	2,5	3,98	5,06	5,42	5,13	4,3	2,18
1996	0,37	-1,37	-1,57	-0,67	0,98	2,4	3,58	4,61	4,94	4,82	3,89	2,22
1997	0,69	-0,15	-0,16	0,25	1,71	2,89	3,72	4,33	4,99	4,71	3,58	1,86

## Дипольный индекс ТПО Индийского океана

1951	-1	-1,3	-0,1	1,3	3,6	4,2	4,4	4,5	4,9
1952	-1,1	-1,3	-0,5	1,4	3,2	4	3,6	3,7	4,1
1953	-1	-1,2	-0,3	0,9	3,2	4	3,9	4,1	4,5
1954	-1,1	-1,2	-0,3	1,9	3,5	4	3,9	4,2	3,9
1955	-1,2	-1,5	-0,2	1,7	3,3	4,2	4,1	4,2	4,1
1956	-0,6	-1,2	-0,3	1,6	2,9	3,7	3,8	4,1	4,2
1957	-1,1	-1,4	-0,8	1,5	3,6	4	4	4,1	4,2
1958	-1	-1,4	-0,3	1,6	3,4	4,4	4,1	4,1	4
1959	-1	-1,2	-0,1	1,9	3,6	4	4,2	4,1	3,9
1960	-0,8	-1,1	0,3	1,9	3,5	4,1	4,4	4,3	4,4
1961	-1	-1,6	-0,8	0,9	2,7	3,5	3,8	4,2	4,1
1962	-1,1	-1,3	-0,3	1,6	3,6	3,9	4	4,1	4,3
1963	-0,6	-1	0,1	1,8	3,7	4,2	4,4	4,5	4,5
1964	-0,2	-1,2	-0,1	1,8	3,7	4,5	4,3	4,4	4,4
1965	-1	-1	0	1,8	3,5	4,4	4,5	4,5	4,7
1966	-1,1	-1,3	-0,4	1,7	3,2	4,1	4	4,4	4,3
1967	-1,5	-1,7	-0,7	0,9	3	4	3,5	3,8	4,2
1968	-1	-1,3	-0,3	1,6	3,6	4,4	4,3	4,3	4,6
1969	-0,7	-1,5	-0,6	1,4	3,2	4	3,9	3,9	4,4
1970	-0,8	-1	-0,1	2,2	3,9	4,2	3,9	3,9	3,8
1971	-1,2	-1,1	-0,5	1,6	3,3	3,9	3,9	4,1	4,4
1972	-1,1	-1,1	-0,5	1,4	3,2	4,1	4,4	4,4	4,7
1973	-1,2	-1,2	-0,7	1,5	3,5	3,7	3,8	4	4
1974	-1,5	-1,9	-0,6	1,5	3,3	4,1	4	4,2	4,4
1975	-1,3	-1,3	-0,6	1,3	3,1	3,7	4	3,7	4,2
1976	-1,2	-1,3	-1	1	3	3,8	3,8	3,9	3,9
1977	-1,2	-1,6	-0,8	1,4	2,9	3,4	3,4	3,7	3,7
1978	-1,3	-1,5	-0,7	1,3	3,1	3,2	3,7	3,6	3,7
1979	-0,8	-1,2	-0,6	1,1	3,3	4,1	3,6	3,5	4

1980	-0,9	-1,4	-0,4	1,4	3,4	3,5	4	4	4,1
1981	-1,6	-1,6	-0,8	1,6	3,3	3,7	3,9	4,2	4,3
1982	-1,1	-1,1	-0,4	1,2	3,3	3,8	4	3,8	4,2
1983	-1,3	-1,6	-1,2	0,7	2,9	3,6	4,1	4	3,9
1984	-1,3	-1,8	-0,8	1,5	3	3,5	3,7	3,8	4,1
1985	-1,3	-1,6	-0,8	1,3	3	3,5	3,5	3,6	3,9
1986	-1,6	-1,5	-0,5	1,3	3,2	3,7	3,5	3,9	4,1
1987	-1,4	-1,8	-1,1	0,8	3	3,8	4	4,2	4,4
1988	-1,2	-1,3	-0,6	1,3	2,8	3,8	3,4	3,7	4,2
1989	-1,4	-1,5	-0,5	1,1	3	3,5	3,5	3,7	4,2
1990	-0,9	-1	-0,3	1,5	3	3,4	3,9	4	3,9
1991	-1,1	-1,7	-0,9	1,6	3,1	3,6	3,7	3,6	3,5
1992	-1,3	-1,9	-1,1	0,9	2,8	3,7	3,7	4	4,2
1993	-1,3	-1,5	-0,7	0,9	2,7	3,8	4,1	4,1	4,1
1994	-0,6	-1	-0,5	1,8	3,5	3,8	3,8	3,6	4
1995	-1,2	-1,6	-0,5	1,4	3,2	4	3,8	3,9	3,9
1996	-1	-1,4	-0,4	1,4	3,2	3,9	3,9	3,8	3,9
1997	-1,5	-1,7	-0,8	1,4	3,3	4,2	4,2	4	4,3

## ЛИТЕРАТУРА

1. Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006.
2. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008.
3. Риль. Тропическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
4. Кондратович К. В. Долгосрочные метеорологические прогнозы в Северной Атлантике. - Л.: Гидрометеиздат, 1977.
5. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. Климатология – Л.: Гидрометеиздат, 1989.
6. Хромов С.П. Основы синоптической метеорологии - Л.: Гидрометеиздат, 1948.
7. Ученые записки РГГМУ № 32, 2013, с.102-106

## СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ .....	3
УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ.....	4
Основные методы долгосрочных прогнозов погоды.....	4
Основные предикторы долгосрочных прогнозов погоды в тропической зоне.....	5
Оценка прогностического потенциала явления Эль-Ниньо(Ла-Нинья) для долгосрочного прогноза.....	5
Критерий возможности использования квазидвухлетней цикличности стратосферной циркуляции в экваториальной зоне для долгосрочного прогноза погоды.....	6
Характеристики центров действия атмосферы как потенциальных предикторов для долгосрочного прогноза.....	6
Влияние внутритропической зоны конвергенции на режим осадков в тропической зоне.....	7
Уравнение линейной регрессии для решения задачи долгосрочного прогноза погоды.....	7
Методы оценки качества долгосрочного прогноза.....	8
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА.....	9
ЛИТЕРАТУРА .....	23

Учебное издание

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по дисциплине

«Региональные методы долгосрочного прогнозирования в тропической зоне»

Составитель: Куликова Лидия Александровна

Публикуется в авторской редакции.  
Ответственность за соблюдение законов  
об интеллектуальной собственности несет автор.

---

Подписано в печать 01.03.18. Формат 60×90 1/16.

Гарнитура Times New Roman.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 650.

РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98.

---