

УДК 577.3+531.45+581

## ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПРЕДЕЛЕ ИХ АРЕАЛА (БАССЕЙНА ОКИ)

© 2012 г. Н.Н. Зеленская\*, А.С. Керженцев\*, В.А. Аблеева\*\*, Н.А. Терешонок\*\*\*

\*Институт фундаментальных проблем биологии РАН,

\*\* Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник,  
\*\*\* Московский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды  
с региональными функциями

Поступила в редакцию 06.12.2011 г.

Исследована продуктивность лугово-степных экосистем на северо-западном пределе их ареала (в границах Приокско-Террасного заповедника). Оценены параметры продуктивности растительности за период 1998–2009 гг. Показано, что в условиях потепления они выросли на 25% по сравнению с многолетними данными, сравнившись с продуктивностью зональных луговых степей, ареал которых располагается южнее.

**Введение.** Продуктивность – наиболее интегральный показатель функционирования экосистем. Она отражает свойство растительности производить органическое вещество (первичную продукцию). При этом каждая экосистема характеризуется своим диапазоном динамических характеристик, в том числе и продуктивности. В последние годы в литературе появляются данные, позволяющие по-новому оценить вклад степей в производство живого органического вещества в биосфере. Травяные сообщества рассматриваются в ряду наиболее продуктивных экосистем суши [1, 2, 19]. По ежегодному приросту они не уступают, а зачастую превосходят лесные экосистемы. При продуктивности широколиственных лесов умеренного пояса в 12–25 т/га/год, общая продукция субтропических саванн и памп оценивается в 16–22 т/га/год, тропических саванн – в 35–46 т/га/год. Чистая годовая продукция (NPP) лугово-степных сообществ умеренного пояса, оценивавшаяся ранее в 11–24 т/га, в настоящее время характеризуется цифрами 18–25 т/га [19]. Надземная продукция (ANP) травяных сообществ достигает 2.6–8.5 т/га/год в континентальном и умеренном климате Евразии [2].

Значительные изменения глобального климата последнего 100-летия наблюдаются во всех природных зонах и фиксируются различными компонентами экосистем. В “Оценочном докладе об изменениях климата...” Росгидромета [14] отмечено, что климат территории России более чув-

ствителен к глобальному потеплению. За последние 100 лет (1907–2006 гг.) в целом по России потепление составило 1.29 °С, при среднем глобальном в 0.74 °С. На большой территории страны увеличились годовая максимум и минимум суточной температуры приземного слоя воздуха (при этом максимум увеличился значительно), уменьшилось общее число морозных дней. Все это позволяет ожидать адаптационного отклика экосистем и получать новые данные об изменениях основных динамических характеристик.

Приокско-Террасный заповедник (ПТЗ) обладает уникальным эксклавом степной растительности (урочище Долы), расположенном на северо-западном пределе произрастания степной растительности. Ранее В.И. Даниловым [6, 8, 9] было показано, что экосистема Долов близка по структурной организации эталонным луговым степям Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ). Погодичная динамика надземной фитомассы здесь сохраняет тенденцию, свойственную зональной растительности в Курской области. Однако в абсолютном выражении продуктивность степных сообществ ПТЗ значительно (в 1.5–2.0 раза) отставала от таковой на степных участках Стрелецкой и Ямской степи ЦЧЗ. В то время как средняя надземная продукция степных фитоценозов ЦЧЗ при косимом режиме содержания оценивается в 3.3–3.5 т/га/год [15, 16, 18], средняя надземная продукция степных сообществ ПТЗ достигала лишь 2.1–2.2 т/га/год (210 г/м<sup>2</sup>/год) [6].



Рис. 1. Расположение урочища Доли на территории Приокско-Тerrasного заповедника (по Смирнову, 1958).

**Цель исследований** – оценить изменения продуктивности лугово-степных фитоценозов ПТЗ в условиях потепления климата. Для реализации этой цели были проведены исследования продуктивности степных сообществ Долов и получен непрерывный ряд данных за 12 лет, а также сравнительный анализ полученных и архивных данных в связи с условиями вегетационных сезонов.

**Объект и методы исследования.** Приокско-Тerrasный заповедник расположен в южной части Подмосковья, в 100 км от Москвы, на левом берегу р. Ока – на границе хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. В 150–200 км южнее ПТЗ, в Тульской области, начинается лесостепь.

Регион входит в атлантико-континентальную климатическую область. Климат здесь умеренно континентальный, характеризующийся сравнительно теплым летом и умеренной зимой. Зима длится около 130 дней, лето – в среднем 142 дня. Согласно многолетним метеонаблюдениям, средняя температура воздуха в зимний период составляет  $-6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (средняя минимальная  $-10.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); средняя температура в летний период  $+15.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (средняя максимальная  $+21.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в июле часто превышает  $+30.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Годовая сумма осадков 500–700 мм, из них треть выпадает зимой в виде

снега, почти половина – в летние месяцы. Характерны частые весенние засухи [22].

В заповеднике четко прослеживаются два природных комплекса, которые заметно различаются по своим климатическим показателям [10]. Водораздельные выровненные участки заняты зональными хвойно-широколиственными лесами. Долина р. Оки с прилегающими пологими террасами характеризуется более высокими показателями среднесуточной температуры и испарения. Здесь, в урочище Доли, островным ареалом произрастает лугово-степная растительность, зональное положение которой определяется 400 км южнее (рис. 1). В отличие от зональных степей, занимающих плакорные участки с черноземными почвами, степные фитоценозы ПТЗ приурочены к более прогреваемым южным склонам с аллювиальными дерновыми слабокислыми почвами на мощной толще флювиогляциальных отложений, подстилаемых известняками и глинами каменноугольного возраста. Степные фитоценозы приурочены к дерновым насыщенным оподзоленным супесчаным и дерновым насыщенным среднесуглинистым почвам. Мощность аллювия колеблется здесь от 9 до 40 см. РН почв нейтральная или слабокислая – от 6.0 до 7.2. Содержание гумуса

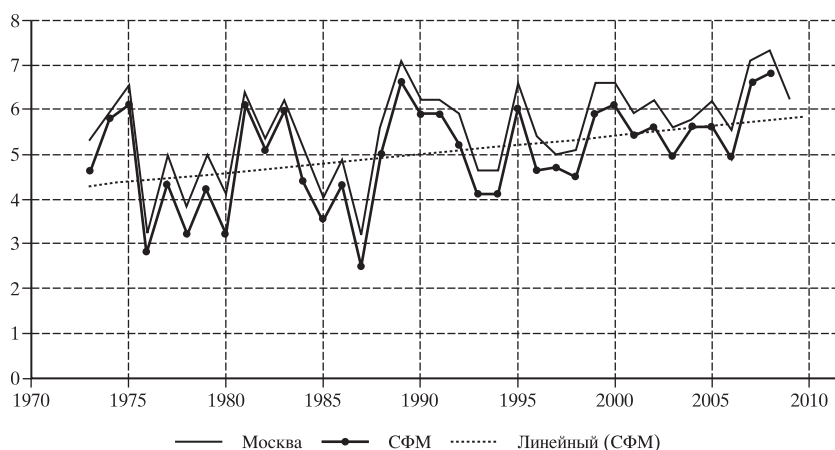


Рис. 2. Изменение среднегодовой температуры воздуха г. Москвы и Станции фонового мониторинга Приокско-Террасного заповедника.

высокое (от 6 до 12%), с преобладанием в поглощающем комплексе кальция над магнием [5].

Травяные сообщества Долов идентичны разнотравно-злаковой луговой степи [3, 6, 11, 12]. Доминирующее положение в сообществе занимают плотнодерновинные злаки (*Stipa pennata*, *Festuca valesiaca*) и рыхлокустовая *Phleum phleoides*. Содоминантами выступают бобовые (*Trifolium montanum*, *T. alpestre*, *Medicago falcata*). Значительно участие видов степного разнотравья (*Galium verum*, *Filipendula vulgaris*, *Fragaria viridis*, *Geranium sanguineum*). Для данного сообщества характерен также ряд спорадически встречающихся видов, объединяющих лугово-степную и типично степную флоры (*Tulipa biebersteiniana*, *Scorzonera purpurea*, *Inula hirta*).

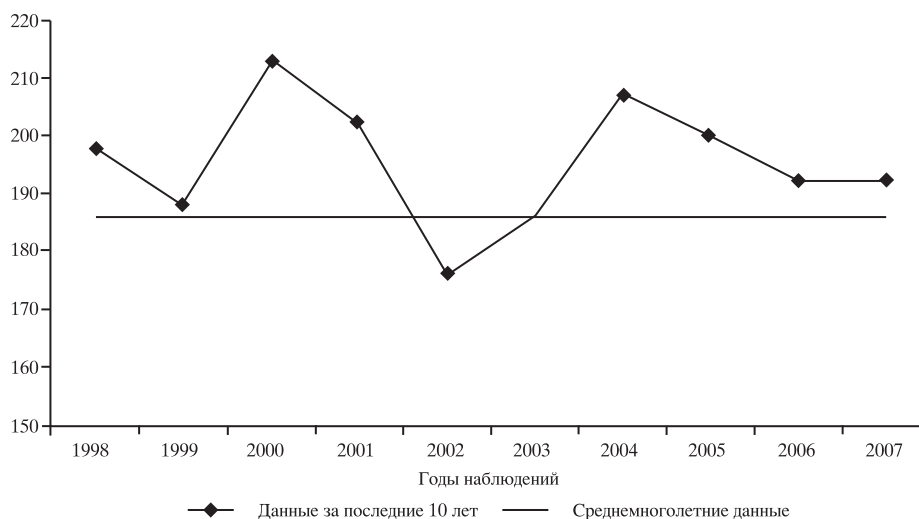
Стационарные наблюдения в степных сообществах ПТЗ проводятся с 1974 г. Для многолетних наблюдений выделены три площадки по 100 м<sup>2</sup> каждая, расположенные вдоль градиента влажности: мезоксероофитное сообщество с доминированием *Stipa pennata*, ксеромезофитное – с доминированием *Festuca valesiaca*, гигромезофитное – с доминированием *Phleum phleoides*. В течение вегетационного сезона проводятся детальные геоботанические описания, учет надземной продукции в каждом из трех фитоценозов и измерение годовой продукции по стандартной методике в модификации [6]. В течение последней декады июня – первой декады июля производится одноразовое скашивание травостоя. Имитацию сенокосения производят ножницами, на уровне почвы, в стандартных прямоугольных рамках 20 × 50 см, на пяти фиксированных площадках (1 × 1 м<sup>2</sup>) каждого стационара. Укосы разбирают по видам, высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают на лабораторных весах М-500. Ста-

тистическая обработка данных проводится при помощи программы MXL.

Метеорологические наблюдения ведутся с 1973 года Станцией комплексного фонового мониторинга заповедника (СФМ). Общая выборка метеорологических показателей составляет более 35 лет, данных по продуктивности в Долах – более 30 лет (с 1986 по 1997 г. по объективным причинам наблюдения проводились нерегулярно). Нами исследованы состояние и продуктивность степных сообществ ПТЗ с 1998 по 2009 г. Непрерывные ряды наблюдений, полученные нами за последнее 12-летие и В.И. Даниловым с 1975 по 1985 г., укладываются в синхронизацию 11-летних циклов солнечной активности. Сравнение этих двух циклов показательно, так как последний цикл совпал с глобальным потеплением, а контрольный цикл (сравнения) попадает в диапазон, оцениваемый климатологами как “норма”.

**Обсуждение результатов.** Прошедшее с 1998 г. 12-летие можно охарактеризовать как самое теплое на юге Подмосковья. Анализ температурного режима в заповеднике показывает, что ход среднегодовой температуры воздуха имеет явный положительный тренд. Несмотря на то что метеорологическая характеристика ПТЗ охватывает сравнительно небольшой ряд, он совпадает с положительным трендом среднегодовой температуры воздуха (не менее 2 °С) для ближайшей к заповеднику метеостанции г. Москвы, располагающей данными более чем за 100 лет (рис. 2).

В целом последнее 12-летие отмечено в Долах более теплыми зимами, повышением среднегодовых и летних температур, увеличением времени вегетации растений. Впервые за историю наблюдений отмечен год, когда в предшествующую вегетации зиму почва в Долах не промерзала. Сред-



**Рис. 3.** Продолжительность вегетационного сезона в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике. По оси абсцисс – годы наблюдений, по оси ординат – количество дней вегетации.

няя продолжительность вегетационного периода в ПТЗ за последние 12 лет увеличилась на 10 дней (рис. 3). При среднеголетней продолжительности в 186 дней, в последние годы она достигла 196 дней. За истекшие 12 лет только однажды вегетация была короче 180 дней, зато шесть сезонов из двенадцати превысили 200-дневную отметку. Чаще сезон увеличивался за счет сдвига окончания вегетации на более поздние сроки (девять сезонов из двенадцати). Но каждый второй сезон отмечен и более ранним началом вегетации – приблизительно на неделю. Повышение среднегодовой температуры воздуха и сдвиг начала вегетации на более ранние сроки сближает экосистему Долов с зональными условиями степей.

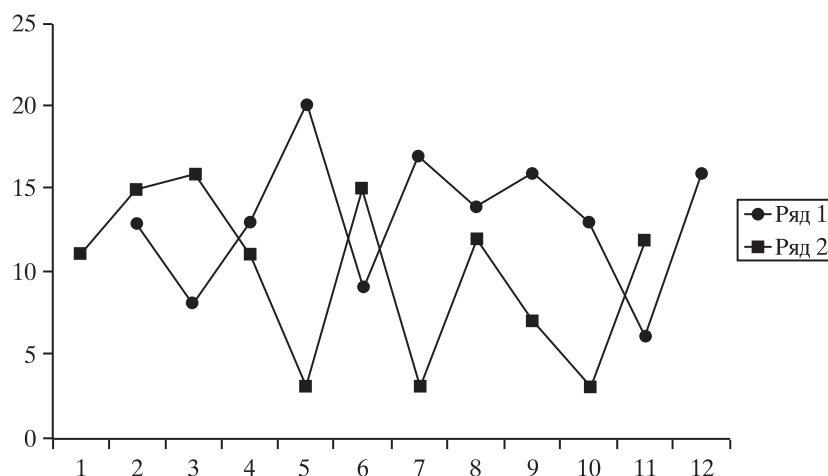
Годовая продукция (надземная часть, включая зеленую часть и ветошь этого года) за последние 12 лет достигала значений от  $193.0 \pm 3$  до  $595.0 \pm 7.5$  г/м<sup>2</sup>. Для сравнения, надземная продукция “контрольного цикла” составляла от  $85.0 \pm 5.5$  до  $369.0 \pm 15$  г/м<sup>2</sup> в год. Среднеголетнее значение за весь цикл наблюдений, с учетом теплого 12-летия, увеличилось с 210.0 до 270.0 г/м<sup>2</sup> в год.

Ранее [6, 8, 15, 16] было показано, что на ежегодную продукцию лугово-степной экосистемы в большей степени влияют гидротермические показатели каждого сезона. Состав растительных сообществ в Долах остается постоянным на протяжении многих десятилетий, поэтому не оказывает существенного влияния на продукцию [8, 21]. Динамика прироста фитомассы хорошо согласуется с ростом эффективного тепла (сумма положительных температур выше 10 градусов, период наиболее активного роста растений) и количеством осадков, выпавших за вегетационный

сезон [6, 8, 13]. В среднем сумма эффективных температур увеличилась за последние 12 лет на 16.0 градусов по сравнению с “контрольным периодом” прошлого солнечного цикла и на 10° по сравнению со среднеголетними показателями за весь период наблюдений (“нормой”). Показатели влажности (сумма осадков от начала вегетации до сенокосения) в сравнении с контрольным периодом и с данными за весь период наблюдений увеличились на 7–12 мм.

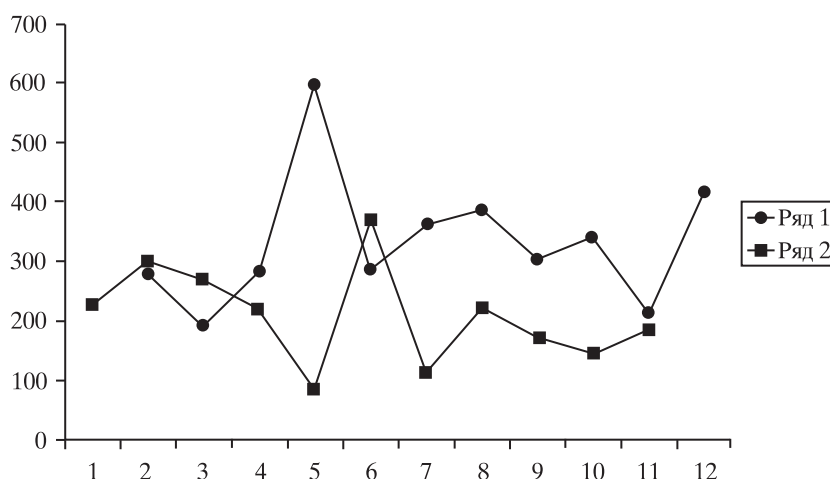
Одной из климатических особенностей региона Южного Подмосковья являются частые и продолжительные весенние засухи, совпадающие с периодом активного роста растений [7]. При комплексной оценке гидротермических условий дополнительная характеристика периода разгара фенологической весны позволила получить более объективную оценку условий каждого вегетационного сезона. Интегральная характеристика сезонов (рис. 4) включает в себя балльную оценку а) сочетания гидротермических условий от начала вегетации до сенокосения, б) критического периода разгара фенологической весны, в) влияние фактора непромерзания почвы. Все сезоны ранжированы по степени благоприятности для прироста фитомассы на особо благоприятные (14–18 баллов), близкие к среднеголетней “норме” (9–13 баллов), неблагоприятные (5–8 баллов) и экстремальные (1–4 балла).

Сравнение показало, что на протяжении обоих солнечных циклов наблюдались как более, так и менее благоприятные для вегетации растений сезоны. Это отразилось на итоговой продукции сообществ – в обоих циклах наблюдались сезоны с продукцией выше или ниже среднего-



**Рис. 4.** Сравнение гидротермических условий (в баллах) в урочище Доли за два солнечных цикла. Ряд 1 – 1998–2009 гг., ряд 2 – 1975–1985 гг.

(совпадение циклов: 1976–1986, 1998–2008)



**Рис. 5.** Сравнение продуктивности (надземная фитомасса, в г/м<sup>2</sup>) степного фитоценоза в урочище Доли за два солнечных цикла. Ряд 1 – 1998–2009 гг., ряд 2 – 1975–1985 гг.

(совпадение циклов: 1976–1986, 1998–2008)

летних значений. Количество благоприятных и близких к “норме” сезонов в последнем цикле несколько возросло: 75% сезонов были в целом благоприятными, против 65% в прошлом цикле. На протяжении обоих циклов наблюдались 1–2 неблагоприятных сезона – они существенно отличались по гидротермическим условиям от среднееголетних, однако не были экстремальными на всем протяжении. Снижение продукции в такие сезоны составляет 25–40%. К экстремальным сезонам отнесены сезоны с длительными периодами засух в течение и весны, и лета – такими особо засушливыми сезонами стали 1979 и 1981 гг. прошлого цикла, когда потери продукции составили 65 и 75% от среднееголетней нормы. С 1998 по 2009 г. экстремальные сезоны не отмечены.

В целом наиболее благоприятными для прироста фитомассы за весь период наблюдений стали влажные и умеренно теплые вегетационные сезоны. Однако в прошлом цикле средняя надземная продукция благоприятных сезонов лишь однажды достигла значений в 330 г/м<sup>2</sup>. В последние 12 лет каждый второй сезон отмечен продукцией свыше 330.0 г/м<sup>2</sup> (рис. 5).

В общем массиве данных особо выделяется сезон 2001 г. В условиях действия нового экологического фактора (непромерзания почвы в зимний период) надземная продукция возросла более чем в 2–2.5 раза по сравнению со средними значениями и составила от 481.0 до 717.0 г/м<sup>2</sup> на разных площадках. При многолетней оценке продуктивности такие значительные отклонения от “нормы” нивелируются показателями экстремальных

сезонов. Однако сам по себе факт 2.5-кратного повышения годовой продукции говорит о потенциальных возможностях (и диапазонах изменчивости) экосистемы.

Сезоны с довольно продолжительными промежутками засухи либо весной, либо летом, попадают в ранг неблагоприятных для прироста фитомассы. В сравнении со средними показателями за весь период наблюдений, продукция неблагоприятных лет контрольного цикла отстает в 1.5 раза, а последнего более теплого цикла – только в 1.1 раза.

Экстремальные сезоны характеризуются наиболее значительным падением надземной продукции. Фитомасса таких сезонов (1979, 1981) составила лишь треть от многолетней “нормы”. В последнем цикле экстремальные сезоны не отмечены. Для сравнения, самыми засушливыми вегетационными сезонами последнего цикла стали 1999 и 2007 гг. Однако надземная фитомасса в эти сезоны оказалась вдвое больше, чем в 1979 и 1981 гг., а сами они отнесены к неблагоприятным, но неэкстремальным. Недостаток осадков этих лет компенсировался высоким ранневесенним паводком, зашедшим в Доли и совпавшим с ранней фенологической весной. Быстрое нарастание положительных среднесуточных температур в самом начале весны позволило растениям более эффективно использовать влагу талых вод, что, в свою очередь, сказалось на конечной продукции.

В целом за 12 лет наблюдений отмечено значительное увеличение продуктивности степной экосистемы Долов. По данным трех стационаров, в том числе в мезофитной (наиболее характерной для региона) ассоциации *Festuca valesiaca* – *разнотравье*, величина надземной продукции увеличилась в 1998–2009 гг. более чем на 45.0% по сравнению с “контрольным периодом”.

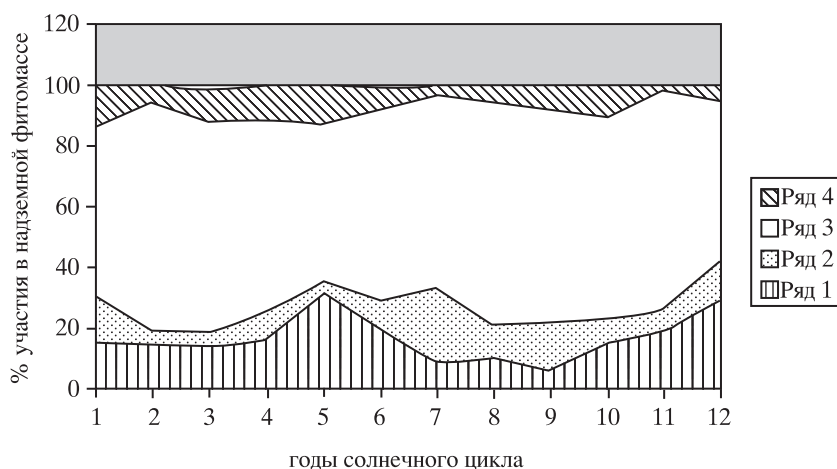
По данным Н.И. Базилевич [23], общая продуктивность (включая надземную и подземную) степных экосистем умеренной зоны соизмерима с запасами живой растительной массы и оценивается в 11.0–24.0 т/га в год при соотношении надземной и подземной частей в 18.0 и 82.0% соответственно. По разным источникам, соотношение надземной и подземной фитомассы в степях умеренной зоны оценивается сейчас как 1:3 или 1:4. В Долах (с их особым режимом охраны) измерения подземной продукции не проводятся. Но исследования на косимых участках материкового луга на правом берегу р. Ока показывают, что надземная и подземная части фитомассы злаково-разнотравного фитоценоза соотносятся как 1:3 во влажные годы, и это соотношение увеличивается в сухие

годы до 1:4 и даже 1:5 [4]. В лугово-степных сообществах, где преобладают дерновинные злаки над корневищными, соотношение надземной и подземной частей более стабильно, поэтому для предварительной оценки общей продукции луговой степи мы взяли данные Н.И. Базилевич [23].

Для Московского региона продуктивность травяных экосистем, большую из которых составляют луга, оценивается в настоящее время в 15.5 т/га в год [19]. Полученные нами новые данные позволяют оценить общую продуктивность лугово-степной экосистемы (NPP) Долов за последние 12 лет в 18.7 т/га/год. В 2001 г., отличавшемся необычайно мягкой зимой, годовая продукция существенно превысила среднееголетние значения и составила 32.8 т/га/год. С учетом 2001 г. средняя продуктивность лугово-степной экосистемы Долов за весь период наблюдений составляет не менее 15 т/га/год. В процентном отношении увеличение продуктивности в последнем цикле составило 47.0% по сравнению с контрольным циклом и 25.0% по сравнению с данными за весь период наблюдений.

Важно проследить, не привели ли потепление и более ранняя вегетация растений в сторону увеличения доли одной из эколого-ценотических групп растений. Фитомасса степных сообществ определяется участием злаков, бобовых, осок и разнотравья. Соотношение этих групп в Долах в целом соответствует таковому для луговых степей. Средняя доля злаков в Долах составляет на разных стационарах от 35.0 до 50.0%, доля бобовых – 8.0–9.0% от общей надземной фитомассы [8]. Как и в предыдущем солнечном цикле, в сухие годы в итоговой фитомассе увеличивается доля злаков, во влажные годы – доля бобовых. Относительно доли разнотравья в косимых луговых степях Русской равнины нет единого мнения. Показано, что в разные годы их содержание не может быть всегда одинаковым, составляя в среднем, в том числе в нашей экосистеме, около 60.0% от общей фитомассы [9]. На исследуемом участке за последние 12 лет средняя доля разнотравья составляла 65.0%. (от 52.0 до 75.0%), причем наибольшими значениями доли разнотравья (более 70.0%) характеризуются как сухой 1999 г., так и влажный 2008 г. (рис. 6). В целом анализ долевого участия эколого-ценотических групп в создании итоговой фитомассы показывает, что при значительных флуктуациях, достоверное смещение в сторону одной из экологических групп не происходит.

**Заключение и выводы.** Период 1998–2009 гг. отмечен для юга Подмоскovie как самый теп-



**Рис. 6.** Доля участия различных эколого-ценотических групп в фитомассе мезофитной ассоциации *Festuca valesiaca* – разнотравье  
Ряд 1 – злаки, ряд 2 – бобовые, ряд 3 – разнотравье, ряд 4 – осоки.

лый за всю историю наблюдений в рассматриваемом регионе. Он характеризуется увеличением средней годовой продукции лугово-степных сообществ Долов почти на 25.0% по сравнению со среднемноголетними данными и более чем на 45.0% по сравнению с контрольным 11-летием. Такой рост продуктивности можно объяснить выраженным потеплением климата и более ранним наступлением вегетации растений. Это компенсируется для экосистемы, испытывающей влияние частых весенних засух, характерных для региона, дополнительной влагой талых вод и создает условия для развития растительности, более близкие к зональным для луговых степей.

Продуктивность лугово-степных сообществ может достигать в регионе Южного Подмоскovie значений, характерных для луговых степей ЦЧЗ. Полученные данные позволяют оценить годовую надземную продукцию (ANP) лугово-степной экосистемы в нашем регионе до 3.3 т/га надземной фитомассы в год. В отдельные годы, при увеличении частоты теплых зим, продуктивность данных травяных сообществ может возрастать в 2 раза, достигая 6.0 т/га надземной фитомассы (ANP) в год. В пересчете на общую продукцию экосистемы (NPP), среднемноголетнее значение составляет 15.0–18.0 т/га в год (в отдельные годы – до 33.0 т/га/год), что вполне сопоставимо с таковой для зональных луговых степей и может служить дополнительным фактором их идентичности.

Диапазон общей годовой продукции лугово-степной экосистемы Долов за весь период наблюдений составил от 5.0 до 33.0 т/га/год. Оптимальную продуктивность экосистемы, т.е. продукцию сезонов, близких по гидротермическим показате-

лям к норме, можно обозначить интервалом 12.0–19.0 т/га/год.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Базилевич Н.И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 294 с.
2. *Базилевич Н.И., Тутлянова А.А.* Биологический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 381 с.
3. *Воронцова Л.И., Данилов В.И., Зеленская Н.Н., Ломакина Г.А.* Редкие лугово-степные фитоценозы долины реки Оки // Изучение и охрана биологического разнообразия ландшафтов Русской равнины. Пенза, 1999. С. 91–94.
4. *Ермолаев А.М., Ширишова Л.Т.* Продуктивность и функционирование многолетнего сеяного луга различного режима использования // Почвоведение. 1994. № 12. С. 97–105.
5. *Данилов В.И., Керженцев А.С., Клеваник С.Н.* Геоботанические и почвенные исследования урочища “Долы” // Почвенно-биогеоценотические исследования центра Русской равнины. Пушкино, ОНТИ НЦБИ, 1981. С. 4–37.
6. *Данилов В.И.* О некоторых вопросах погодичной динамики степных фитоценозов // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. 1981. Т. 86. Вып. 5. С. 106–120.
7. *Данилов В.И., Кулигин С.Д., Фадеев Н.Н.* Сезонные ритмы природы Приокско-Террасного биосферного заповедника // Экологический мониторинг Приокско-Террасного биосферного заповедника. Пушкино, 1983. С. 8–36.

8. Данилов В.И. О структуре надземной фитомассы луговых степей Русской равнины. // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. 1988. Т. 93. Вып. 6. С. 51–59.
9. Зеленская Н.Н., Керженцев А.С. Территориальная охрана редких фитоценозов Юга Подмосквья // Изв. РАН. Сер. геогр. 2010. № 2. С. 71–81.
10. Красовский Л.И. Материалы по экологии окской флоры // Труды Приокско-Тerrasного государственного заповедника. М., 1961. Вып. 4. С. 5–81.
11. Лавренко Е.М. Европейские луговые степи и остепненные луга // Растительность европейской части СССР. Л., 1980. С. 220–231.
12. Носова Л.М. Флоро-географический анализ северной степи европейской части СССР. М., 1973. 187 с.
13. Осипов В.В., Гаврилова Н.К. Аграрное освоение и динамика лесистости Нечерноземной зоны РСФСР. М.: Наука, 1983. 108 с.
14. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. М.: Росгидромет, 2008. 227 с.
15. Семенова-Тян-Шанская А.М., Никольская Т.И. Состав и динамика надземной массы травостоев в степях и на лесных полянах Центрально-Черноземного заповедника // Тр. Центр.-Чернозем. заповедника. Вып. 6. Курск. 1960. С. 82–116.
16. Семенова-Тян-Шанская А.М. Динамика степной растительности. М.-Л.: Наука, 1966. 174 с.
17. Смирнов П.А. Флора ПТЗ // Труды ПТЗ. Вып. 2. М., 1958. 246 с.
18. Собакинских В.Д. Динамика надземной фитомассы луговой степи Центрально-Черноземного заповедника (1948–2004 годы) // Изучение и сохранение природных экосистем заповедников лесостепной зоны: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Центрально-Черноземного заповедника. Курск, 2005. С. 218–220.
19. Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России. М.: Наука, 2005. 309 с.
20. Титлянова А.А. Сравнительный анализ продуктивности центральноазиатских и причерноморско-казахстанских степей // Степи Центральной Азии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. С. 174–200.
21. Ценопопуляции растений / Отв. ред. Уранов А.А., Серебрякова Т.И. М.: Наука, 1976. 217 с.
22. Экосистемы Приокско-Тerrasного биосферного заповедника (сборник научных трудов). Пушино: ОНТИ, 2005. 221 с.
23. Rodin L.E., Basilevich. World distribution of plant biomass // Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level. 1968. P. 45–52.

## Dynamics of Productivity of Meadow Steppes in the North-West Bound of the Aerial

N.N. Zelenskaya\*, A.S. Kerzhentsev\*, V.A. Ableeva\*\*, N.A. Tereshonok\*\*\*

\*State Institute of Basic Biological Problem, RAS

\*\* State Institution Prioksko-Terrasny State Nature Biospher Reserve

\*\*\* State Institution Moscow center for hydrometeorology and environmental monitoring with regionalfunction

It has been obtained many years data on productivity of meadow-steppe communities within the range of steppe growing. It has been studied the effect of hydrothermal conditions on the productivity of steppe communities in various vegetation seasons (according to the cycles of solar activity). It has been shown that the past warmer 12 years period was marked with increasing productivity by 30,0% that depended by the more early approach of plants vegetation.