

**ОСОБЕННОСТИ СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ  
ПОД ОБЛЕПИХОВЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГУЩЕНИЯ  
В ЗИМНИЙ ПЕРИОД****THE FEATURES OF SNOW ACCUMULATION AND WINTER TEMPERATURE REGIME  
OF SOIL UNDER SEA-BUCKTHORN PLANTATIONS OF DIFFERENT DENSITY**

**Ключевые слова:** схема посадок, снежный покров, снегонакопление, высота снега, плотность снега, промерзание, температура.

Осадки холодного периода в садах Западной Сибири являются основным фактором природной среды, обеспечивающим трансформацию температурного режима почвы. Поэтому с целью выявления закономерностей снегонакопления и формирования температурного режима почвы в облепиховых насаждениях различных схем посадки и расположения в микрорайонах квартала нами изучалась динамика снегонакопления сопряженно с температурой почвы. Температурный режим чернозема выщелоченного зимой при условии раннего установления снежного покрова благоприятен для перезимовки облепихи. Ко времени наступления сильных морозов в облепиховом саду формируется снежный покров, создающий надежную защиту от глубокого промерзания почвы. В зимний период по микрорайонам квартала температурный режим почвы отличается незначительно, а весной в наветренной части чернозем медленнее прогревается из-за более позднего снеготаяния. Существенных различий в снегоотложении между вариантами посадки облепихи, удаленных от лесополосы, на протяжении всего зимнего периода не отмечено. В зоне влияния садозащитной лесополосы запасы снеговой воды выше в 2-3 раза по сравнению с межшлейфовой частью квартала. Вместе с тем вследствие скопления большого количества снега в наветренной части квартала возникают снеголомы растений.

**Keywords:** planting pattern, snow cover, snow accumulation, snow height, snow density, freezing, temperature.

The precipitation of the cold period in the gardens of West Siberia is the main factor of the natural environment that causes the transformation of soil temperature regime. Therefore, in order to identify the patterns of snow accumulation and the formation of soil temperature under sea-buckthorn plantations of different planting layout and location in the micro-zones of the planting quarter, we studied the dynamics of snow accumulation associated with soil temperature. The temperature regime of leached chernozem in winter under the condition of early establishment of snow cover is favorable for sea-buckthorn overwintering. By the time of severe frosts, snow cover is formed in sea-buckthorn garden and it ensures a reliable protection against deep soil freezing. In winter, the soil temperature regime differs slightly in the micro-zones of the planting quarter, and in the spring, in the leeward part, the chernozem warms up slowly due to later snowmelt. There were no significant differences in snow accumulation between the variants of sea-buckthorn planting patterns remote from the windbreak throughout the winter period. The reserves of snow water in the zone affected by the windbreak are 2-3 times greater as compared to that of the area between windbreaks. At the same time, due to the accumulation of a large amount of snow in the leeward part of the planting quarter, snow breakage occurs.

**Макарычев Сергей Владимирович**, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Шишкин Александр Викторович**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Makarychev Sergey Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Shishkin Aleksandr Viktorovich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Введение**

Осадки холодного периода в садах Западной Сибири являются основным фактором природной среды, обеспечивающим трансформацию температурного режима почвы. Кроме того, талая вода

является важнейшей приходной статьей водного баланса и больше других обеспечивает сохранение продуктивности сельскохозяйственных культур [1].

Снег, как плохой проводник тепла, разрывает теплообмен между почвой и воздухом, защищает растения от непосредственного действия низких температур, существенно изменяя тепловой режим системы «почва-снег-атмосфера». Температура почвы в саду зимой во многом определяется временем установления снежного покрова, его высотой и плотностью. Благоприятный тепловой режим почвы в саду создается при плотности снега 0,25-0,30 г/см<sup>3</sup> и его высоте в конце зимы 50-70 см. В этом случае не образуется снеговых растений облепихи. Вместе с тем на участках облепиховых насаждений в условиях излишнего накопления снега в зоне влияния лесополос усиливается степень повреждения растений из-за механических поломок ветвей, что снижает урожайность садовой культуры [2, 3].

### Объекты и методы

**Объектами** исследований явились посадки облепихи разной степени загущения и чернозем выщелоченный. Для измерения температуры чернозема в зимний период использовался **электронный термометр**. Плотность снега определялась весовым **снегомером ВС-43**.

### Результаты исследований

С целью выявления закономерностей снегонакопления и формирования температурного режима почвы в облепиховых насаждениях различных схем посадки и расположения в микрорайонах квартала нами изучалась динамика снегонакопления сопряженно с температурой почвы в 2006-2008 гг. на территории НИИСС им. М.А. Лисавенко.

Уже к середине января 2007 г. на всех вариантах сформировались запасы снега, достаточные для нормальной перезимовки растений. Из таблицы следует, что в зоне влияния лесополосы высота снега в январе превышала удаленные варианты на 33% по схеме посадки 4,0×1,0 м, на 59% – по схеме 3,0×1,0 м и на 72% – по контролю. Плотность снега в этом месяце на изучаемых вариантах находилась на одном уровне. В феврале произошло увеличение мощности снежного покрова вблизи лесополосы вследствие интенсивных метелей. Так, на контроле превышение со-

ставило 51 см над вариантом, удаленным от лесополосы. Плотность снега значительно возросла (от 0,20 до 0,30 г/см<sup>3</sup>), что обусловлено действием ветра и влиянием собственного веса снега. В марте сохранились те же закономерности – высота снега в зоне влияния лесополосы была больше на 67% по схеме 4,0×1,0 м, на 82% по схеме 3,0×1,0 м и 76% на контрольном варианте. Запасы влаги под облепихой вблизи лесополосы оказались выше на 201-231 мм (104-128%) в зависимости от варианта за счет большей плотности и высоты снега. Лесополоса дополнительно аккумулировала в подветренной части около 9 м<sup>3</sup> на погонный метр снега, который распределялся в виде сосредоточенного снежного вала на расстояние до 46 м.

В 2007-2008 гг. существенных различий в снеготолжении между вариантами посадки облепихи, удаленных от лесополосы на протяжении всего зимнего периода, не выявлено. Кроме того, исследованиями Г.В. Васильченко [2], а также Н.В. Михайловой [4] установлено, что схемы посадки не оказывают значительного влияния на распределение зимних осадков, в результате отсутствия переноса снега по причине сомкнутых в рядах растений ветвей.

Анализ снеготолжения по экологическим зонам квартала показал, что в марте в заветренной части наибольшая мощность снежного покрова была на контроле и составляла 121 см, что больше варианта с уплотнением в ряду – на 7 см. По плотности снега выделялась часть квартала, находящаяся в зоне влияния лесополосы. Максимальные запасы влаги имели место в зоне влияния лесополосы и превышали варианты, удаленные от нее, – на 181% (181 мм) по схеме посадки 4,0×2,0 м и на 169% (166 мм) по варианту размещения 4,0×1,0 м.

Таким образом, в зоне влияния садоохранительной лесополосы запасы снеговой воды были в 2-3 раза выше, по сравнению с межшлейфовой частью квартала. Причем относительные различия между зонами квартала усиливались в среднеснежном 2008 г., а абсолютные – в многоснежном 2007 г. Вместе с тем вследствие скопления большого количества снега в заветренной части

квартала увеличивалась нагрузка на ветви облепихи, в результате чего возникали снеголомы растений.

В связи с тем, что особенности зимы и, главным образом, характер отложения снега накладывают отпечаток на температуру почвы и условия перезимовки растений, нами изучались закономерности формирования термического режима чернозема под насаждениями облепихи в зимнее время.

На рисунке представлен график, показывающий изменение температуры чернозема в период его промерзания в 2006 г., откуда видно, что 26 октября и 9 ноября 2006 г., т.е. до образования устойчивого снежного покрова, распределение температур в профиле почвы было неравномерным и зависело в основном от погодных условий. Сумма температур воздуха за третью декаду октября составляла 29,5°С, а за первую декаду ноября – 44,7°С, поэтому 9 ноября 2006 г. почва до глубины 12 см была теплее, чем 26 октября 2006 г.

После установления снежного покрова (18 ноября) температура в верхних слоях почвы рас-

пределялась более равномерно и определялась в первую очередь толщиной снежного покрова, а во вторую – температурами воздуха.

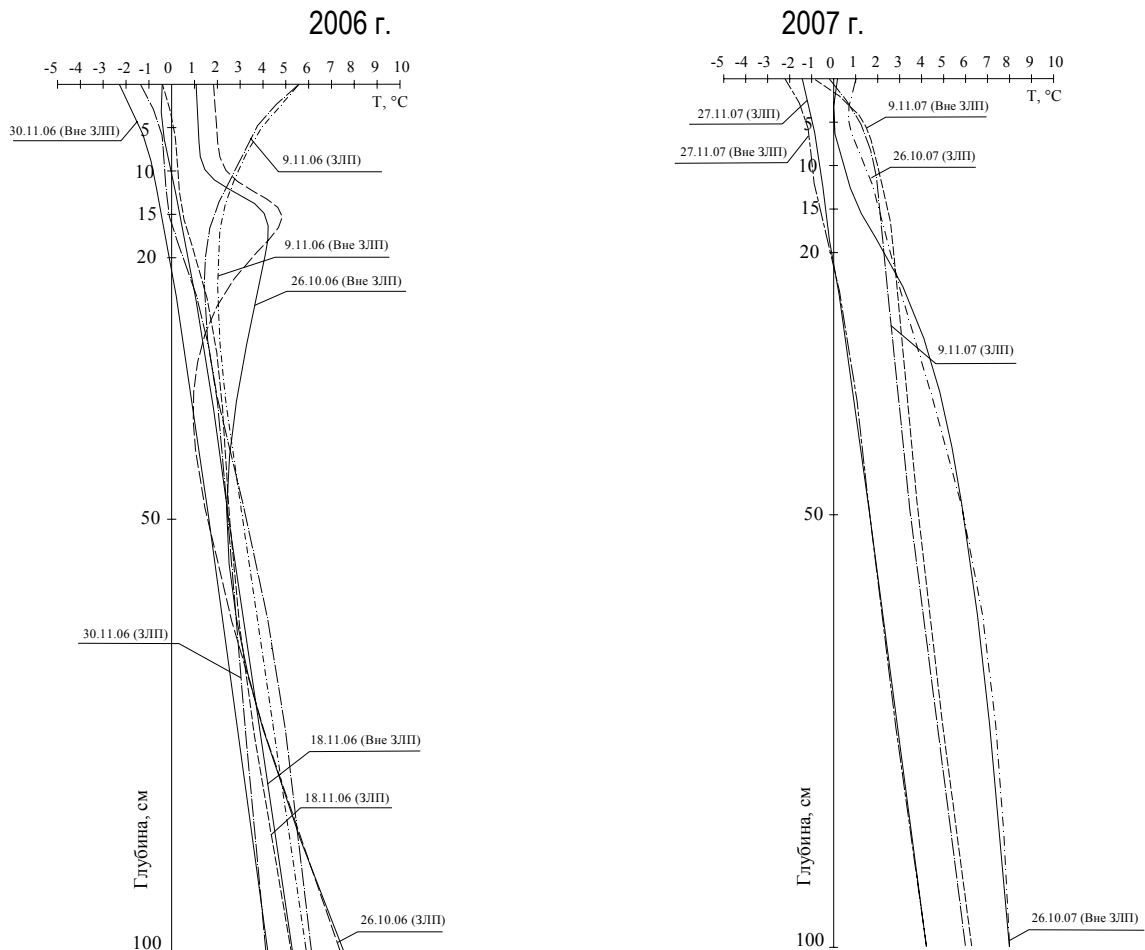
30 ноября 2006 г. выполненные измерения показали, что различия в сумме температур почвенного профиля по микроразонам квартала составили 3,4°С при мощности снежного покрова 18 см. До образования устойчивого снежного покрова медленнее остывала почва верхних горизонтов в зоне действия лесополосы, однако различия в сумме температур профиля чернозема составляли лишь 1,3-3,1°С. Скорость остывания почвы определялась градиентами температур во времени и наиболее равномерно этот процесс протекал в нижнем горизонте почвенного профиля чернозема. Так, охлаждение подстилающей породы в 2006 г. на глубине 100 см происходило с интенсивностью 0,09°С/сут., или 2,6-2,7°С/мес.

Хорошо известно, что глубина промерзания почвы подвержена сильному колебанию по годам в связи с изменением погодных условий зимнего периода. Также доказано, что наибольшее влияние на глубину промерзания почвы оказывает высота снежного покрова [5-8].

Таблица

*Изменение характеристик снежного покрова в облепиховом саду зимой 2007-2008 гг.*

Схема размещения, м	Вне зоны влияния лесополосы									В зоне влияния лесополосы								
	высота снега, см			плотность снега, г/см <sup>3</sup>			запасы влаги, мм			высота снега, см			плотность снега, г/см <sup>3</sup>			запасы влаги, мм		
	январь	февраль	март	январь	февраль	март	январь	февраль	март	январь	февраль	март	январь	февраль	март	январь	февраль	март
2007 г.																		
4,0×2,0 (к)	57	60	74	0,21	0,22	0,24	119	128	180	98	111	130	0,21	0,30	0,30	203	332	388
4,0×1,0	61	66	78	0,22	0,22	0,25	131	149	192	81	114	130	0,20	0,30	0,30	156	346	393
3,0×1,0	56	64	74	0,22	0,22	0,24	123	142	181	89	116	135	0,20	0,30	0,31	175	348	412
2008 г.																		
4,0×2,0 (к)	40	50	51	0,18	0,19	0,20	74	91	100	42	49	121	0,21	0,19	0,23	89	96	281
4,0×1,0	40	52	52	0,18	0,18	0,19	73	93	98	41	48	111	0,21	0,19	0,24	86	94	264
3,0×1,0	39	52	51	0,18	0,19	0,20	70	96	101	42	50	114	0,21	0,20	0,24	86	98	269



\*ЗЛП – зона влияния лесополосы

*Рис. Температура почвы в облепиховом саду в период активного промерзания*

Промерзание чернозема выщелоченного в 2006 г. начиналось немного раньше установления постоянного снежного покрова и к 18 ноября на варианте в межшлейфовой зоне квартала температурный ноль проникал на 10 см, а 30 ноября – на 5 см глубже по сравнению с вариантом, находящимся в заветренной части лесополосы. К 10 декабря за счет выпавших в первой декаде 27 мм осадков высота снежного покрова в зоне влияния лесополосы и вне ее влияния увеличилась до 37 см, что способствовало изоляции почвы от атмосферы. По этой причине, а также в связи с теплыми для этого периода погодными условиями происходило снижение температуры почвы только в нижних горизонтах.

Стоит отметить тот факт, что наблюдалось некоторое потепление приповерхностных слоев почвы за счет отдачи тепла нижними горизонтами. Различия в промерзании почвы между микрорайонами квартала в течение зимнего периода

оставались незначительными – в пределах 10 см, даже несмотря на более мощный снежный покров в зоне влияния лесополосы. Например, 15 января превышение высоты снега между экологическими зонами квартала составило 33 см, в то время как промерзание почвы отличалось всего на 5 см при одинаковой его плотности.

Последующие измерения, выполненные 15 февраля и 11 марта, выявили те же закономерности – различия в мощности снежного покрова увеличивались, а разности в температурах почвенных слоев практически не отмечалось. Из сказанного следует, что в условиях зимнего периода 2006-2007 г. дополнительное количество снега, аккумулируемого в зоне действия лесополосы, существенно не снижало промерзание почвы. Это обусловлено увеличением плотности снега вследствие его гравитационного уплотнения и как результат – ростом теплопроводности снежных отложений в зоне сугробов.

Особенностью температурного режима почвы в зимний период 2006-2007 г. было то, что чернозем находился в мерзлом состоянии около 4 мес. (с третьей декады ноября по третью декаду марта), а нулевая изотерма распространялась на глубину лишь до 28 см. Столь не типичному для Западной Сибири тепловому состоянию чернозема способствовало, прежде всего, образование постоянного снежного покрова практически одновременно с переходом температуры воздуха через ноль градусов, а также значительная его мощность (до 78 см) в условиях мягкой зимы.

В 2007 г. отрицательные температуры почвы до образования устойчивого снежного покрова отмечались только на поверхности. Промерзание чернозема началось после того, как 9 ноября 2007 г. установился снежный покров. 27 ноября температурный ноль находился на глубине 26 см как в зоне действия лесополосы, так и вне ее влияния. При этом высота снега составляла во всех частях квартала 18-19 см. Последующие измерения, выполненные 11 декабря, показали, что граница промерзания опустилась ниже на 7 см и составила 33 см при том, что высота снега возросла лишь на 2-3 см, а среднесуточная температура воздуха в первой декаде декабря составляла  $-8,4^{\circ}\text{C}$ . Поскольку интенсивность метелей зимой 2007-2008 г. была низкой и снежный шлейф достиг учетных кустов облепихи только к марту, то различия температурного режима между микроразонами квартала оказались незначительными и фиксировались в конце зимнего периода.

Следует отметить, что наибольшая скорость проникновения нулевой изотермы наблюдалась в период с конца декабря до третьей декады февраля, когда происходило возрастание интенсивности промерзания: в течение декабря граница промерзания опустилась на 17 см, а в январе – еще на 33 см. Это объясняется низкими температурами воздуха в январе, достигавшими  $-35,5^{\circ}\text{C}$  на фоне среднесуточной температуры этого месяца  $-20,3^{\circ}\text{C}$ .

Нами установлено, что максимальная глубина промерзания отмечалась в начале марта и составляла 88 см при высоте снега 51 см и его плотности  $0,20 \text{ г/см}^3$ . На фоне затянувшегося снеготаяния весной 2008 г. продолжительность

мерзлого состояния чернозема оказалась равной почти 5,5 месяцев (с начала ноября до 18-19 апреля).

Выполненные наблюдения за температурой чернозема показали, что 10 апреля 2007 г., в связи с тем, что сход снега был неравномерным и у лесополосы оставался снежный шлейф высотой до 46 см, отмечалось отставание в оттаивании пахотного горизонта на варианте в зоне влияния лесополосы. В ряду почва под облепихой освобождалась от снега и прогревалась быстрее, чем в междурядьях. Последующие измерения, выполненные 26 апреля, показали, что произошло выравнивание температурных полей между зонами квартала. При этом кривая распределения температуры почвы имела наибольший наклон в верхней части профиля чернозема, а наименьший – в нижних горизонтах. В целом, протаивание чернозема весной 2007 г. происходило сверху, чему способствовала малая глубина проникновения отрицательных температур, а также высокие температуры воздуха во второй половине апреля.

В отличие от 2007 г. весна 2008 г. была холодной. Это отражалось на термическом состоянии чернозема. Так, 10 апреля 2008 г. почва оставалась в мерзлом состоянии вне зоны действия лесополосы до глубины 35 см, а в зоне действия – до 50 см. Характерной особенностью процесса оттаивания почвы являлось прогревание как сверху, так и снизу за счет теплопередачи подстилающими породами. Нужно подчеркнуть, что оттаивание в нижней части профиля чернозема наблюдалось на фоне установления на поверхности почвы временного снежного покрова в отдельные даты (например, 9, 16 и 17 апреля).

В третьей декаде апреля резко потеплело и 23 апреля температура воздуха поднималась до  $23^{\circ}\text{C}$ , поэтому 25 апреля профиль почвы полностью оттаял. Различия в температурном режиме чернозема между зонами квартала фиксировались по всей толще и были вызваны затянувшимся снеготаянием в зоне влияния лесополосы. В то время как в межшлейфовой зоне на поверхности почвы образовалась корка, в заветренной части чернозем выщелоченный был переувлажнен, а суммы температур профиля почвы имели значения меньшие на  $10,6^{\circ}\text{C}$ .

Итак, температурный режим чернозема выщелоченного в зимний период при условии раннего установления снежного покрова достаточно благоприятен для перезимовки облепихи. Ко времени наступления сильных морозов в облепиховом саду формируется снежный покров, создающий надежную защиту от глубокого промерзания почвы.

Несмотря на положительный эффект от садо-защитных лесополос по созданию дополнительного запаса влаги: в 2007 г. на 201-231 мм, а в 2008 г. на 166-181 мм по вариантам размещения облепихи, лесополосы собирали значительные массы снега, вызывающие снеголомы и снижающие урожайность. В зимний период температурный режим почвы по зонам квартала отличался незначительно, а весной в заветренной части затягивалось снеготаяние и в связи с этим возрастала вероятность эрозионных процессов.

### Заключение

Существенных различий в снегоотложении между вариантами посадки облепихи, удаленных от лесополосы, на протяжении всего зимнего периода не отмечено. В зоне влияния садозащитной лесополосы запасы снеговой воды выше в 2-3 раза по сравнению с межшлейфовой частью квартала. Вместе с тем вследствие скопления большого количества снега в заветренной части квартала возникают снеголомы растений.

Температурный режим чернозема выщелоченного зимой при условии раннего установления снежного покрова благоприятен для перезимовки облепихи. В зимний период по микроразонам квартала температурный режим почвы отличается незначительно, а весной в заветренной части чернозем медленнее прогревается из-за более позднего снеготаяния.

### Библиографический список

1. Хабаров С.Н. Агроэкосистемы садов юга Западной Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 1999. – 308 с.
2. Хабаров С.Н. Влагосберегающие приемы в садах Западной Сибири // Садоводство. – 2000. – № 1-2. – С. 58-64.
3. Васильченко Г.В. Снежный покров и сад. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 120 с.

4. Михайлова Н.В. Прогрессивные способы возделывания облепихи на юге Западной Сибири: монография. – Барнаул: Азбука, 2005. – 168 с.

5. Верещагина И.В. Особенности термического режима почвы в зоне перезимовки декоративных многолетников в Алтайском крае // Климат почвы: докл. совещания науч. совета по изучению климатического и агроклиматического ресурсов (г. Ленинград, ноябрь 1969 г.). – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 140-145.

6. Шульгин А.М. Снежная мелиорация и климат почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 72 с.

7. Макарычев С.В. Теплофизические основы мелиорации почв: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 280 с.

8. Макарычев С.В. Теплофизическое состояние почв Алтая в условиях антропогенеза. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 326 с.

### References

1. Khabarov S.N. Agroekosistemy sadov yuga Zapadnoy Sibiri / RASKhN. Sib. otd-nie. NIISS im. M.A. Lisavenko. – Novosibirsk, 1999. – 308 s.
2. Khabarov S.N. Vlagosberegayushchie priemy v sadakh Zapadnoy Sibiri // Sadovodstvo. – 2000. – No. 1-2. – S. 58-64.
3. Vasilchenko G.V. Snezhnyy pokrov i sad. – L.: Gidrometeoizdat, 1978. – 120 s.
4. Mikhaylova N.V. Progressivnye sposoby vzdelyvaniya oblepikhi na yuge Zapadnoy Sibiri: monografiya. – Barnaul: Azbuka, 2005. – 168 s.
5. Vereshchagina I.V. Osobennosti termicheskogo rezhima pochvy v zone perezimovki dekorativnykh mnogoletnikov v Altayskom krae // Klimat pochvy: dokl. soveshchaniya nauch. soveta po izucheniyu klimatich. i agroklimatich. resursov (Leningrad, noyabr 1969 g.). – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – S. 140-145.
6. Shulgin A.M. Snezhnaya melioratsiya i klimat pochvy. – L.: Gidrometeoizdat, 1986. – 72 s.
7. Makarychev S.V. Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – 280 s.
8. Makarychev S.V. Teplofizicheskoe sostoyanie pochv Altaya v usloviyakh antropogeneza. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 326 s.

