

АГРОЭКОЛОГИЯ



УДК 631.445.4:574

О.С. Бойко,
И.И. Васенев

АНАЛИЗ РАЗНОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ВЛАЖНОСТИ В ЧЕРНОЗЕМАХ ЦЕЛИННЫХ И СТАРОПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР¹

Разновременная динамика влажности является основным показателем функционирования чернозёмов, во многом обуславливая их биологическую продуктивность, микробиологическую активность, перенос и трансформацию веществ [1-4]. В последние годы активно идут дискуссии по вопросу о глобальных изменениях климата и его влиянии на гидрологический режим функционирования ландшафтов и антропогенные изменения плодородия почв. В этом отношении особый интерес представляет анализ разновременной динамики влажности чернозёмов сопряженных объектов с контрастными режимами землепользования. К ним относятся уникальный набор сопоставимых целинных и старопашотных чернозёмов Центрально-Чернозёмного заповедника им. В.В. Алёхина (ЦЧЗ) и сопредельных полей Опытного хозяйства (ОПХ) Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии (ВНИИЗиЗПЭ) [1, 5].

Целью данной работы является системный анализ и агроэкологическая оценка

разновременной динамики влажности в черноземах целинных и старопашотных земель на примере объектов с датированной историей землепользования в ЦЧЗ и ОПХ ВНИИЗиЗПЭ.

Объекты исследования

В работе анализируются результаты многолетних метеорологических и почвенных наблюдений, проводимых на стационарах Стрелецкой степи Центрально-Чернозёмного заповедника, и среднесрочных (2002-2004 гг.) сезонных изменений влажности чернозёмов сопряженных ландшафтов ОПХ ВНИИЗиЗПЭ и Казацкой степи заповедника.

Исследования проводились на типичных и выщелоченных чернозёмах, сформированных на водораздельных пространствах и склонах южной и северной экспозиций (табл. 1).

Стационары Стрелецкой степи (Сс) представляют собой три степных участка с режимами абсолютного заповедания (Сс-АЗ), ежегодного кошения (Сс-ЕК) и многолетнего пара (Сс-МП), расположенные на водораздельном пространстве междуречья Сейм – Млодать.

¹ Работа проводилась при частичной поддержке РФФИ, грант № 08-04-00956.

Краткая характеристика объектов исследования*

Расположение		Объекты*	Почва	Период наблюдения, годы	Рельеф	Экспозиция склона	Землепользование	
Участки ЦЧЗ	Стрелецкий	Сс-АЗ	Ч ^г _{III}	60	плакор водораздела		целина	
		Сс-ЕК	Ч ^г _{III}	60	плакор водораздела		косимый	
		Сс-МП	Ч ^г _{III}	60	плакор водораздела		многолетний пар	
Агроландшафты (Ал) ОПХ ВНИИ-ЗиЭПЗ	Казацкий	сопряженные ландшафты	Кс-В	Ч ^г _{IV}	3	плакор водораздела		целина
			Кс-С	Ч ^б _{III}	3	склон 5-7°	южный	целина
			Кс-Н	Ч ^б _{IV}	3	склон 3-5°	южный	целина
		Ал ₁ -В	Ч ^г _{IV}	3	плакор водораздела		пашня	
		Ал ₁ -С	Ч ^б _{III}	3	склон 5-7°	южный	пашня	
		Ал ₁ -Н	Ч ^б _{IV}	3	склон 3-5°	южный	пашня	
		Ал ₂ -В	Ч ^г _{III}	3	плакор водораздела		пашня	
		Ал ₂ -С	Ч ^б _{III}	3	склон 5-7°	северный	пашня	
		Ал ₂ -Н	Ч ^б _{III}	3	склон 3-5°	северный	пашня	

* Краткое описание объектов в тексте.

Три пробные площадки участка Казацкой степи (Кс) расположены на катене, проходящей по элементам рельефа склона южной экспозиции. Они характеризуют степь с режимом абсолютного заповедания, восстановленную на 60-летней залежи. Одна пробная площадь на водоразделе (Кс-В), другая – в средней части склона (Кс-С) и третья у подошвы склона (Кс-Н).

Почвы агроландшафтов характеризуются шестью пробными площадками. Три из них расположены на разных элементах рельефа склона южной экспозиции – на водоразделе (Ал₁-В), в средней части склона (Ал₁-С) и у подошвы склона (Ал₁-Н) и три – по элементам рельефа склона северной экспозиции, расположенными также, на водоразделе (Ал₂-В), в средней части склона (Ал₂-С) и у подошвы склона (Ал₂-Н).

Методы исследования

Результаты многолетних метеонаблюдений обрабатывались методом сглаживания временных рядов. Полевые исследования включали бурение скважин и отбор из них почвенных образцов. Скважины бурились на стационарах и пробных площадках ежемесячно с апреля по октябрь в трехкратной повторности. Для стационаров глубина бурения составляла 300 см, для пробных площадок – 100 см. Влажность определялась общепринятым термостатно-весовым методом. В ходе проведения исследований определялся запас

продуктивной влаги в метровом почвенном слое и её динамика за весь вегетационный период по методу Роде [2].

Результаты исследований и обсуждение

Климатические параметры. Анализ данных метеостанции «Стрелецкая степь», расположенной в 100 м от исследуемых стационаров заповедника, позволил выявить основные тренды многолетних изменений климатических показателей, характерных для западной части Центрально-Черноземного региона.

Среднемноголетняя температура воздуха за период с 1947-2006 гг. составляет +5,5°С. Динамика температуры воздуха описывается скользящей средней годовых сумм температуры за 12 лет (рис. 1) и хорошо выраженным трендом, характеризующимся уравнением $y = 4,5073 + 0,0314 \cdot x$, $R^2 = 0,946$. Отмечается устойчивая тенденция повышения температуры воздуха за исследуемый период. Сумма активных температур почвы (выше +5° С) за вегетацию колеблется в пределах 568-1068°С. Анализ скользящей средней сумм температуры почвы на глубине 0,5 метра показывает её достоверную зависимость от температуры воздуха. Тренды скользящей средней температуры почвы под Сс-АЗ и Сс-МП описываются следующими уравнениями:

$$Y = 5,8867 + 0,0175 \cdot x; R^2 = 0,841 \text{ (Сс-АЗ);}$$

$$Y = 5,5282 + 0,0562 \cdot x; R^2 = 0,954 \text{ (Сс-МП).}$$

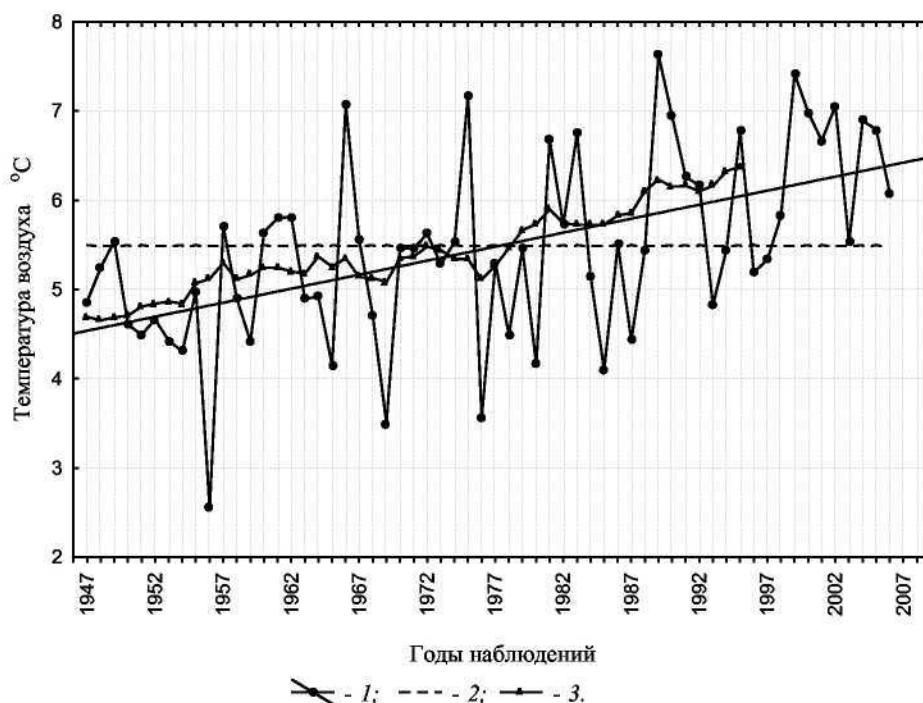


Рис. 1. Динамика температуры воздуха за период 1947-2006 гг. (по данным метеостанции Центрально-Черноземного заповедника):
 1 – среднегодовая температура воздуха и её тренд;
 2 – среднее многолетнее значение температуры воздуха;
 3 – скользящее среднее сумм температуры воздуха по 12 годам

Хорошо выражена граница резкого перехода изменения температуры почвы и воздуха в сторону её устойчивого повышения, начинающегося в 1976 г. Необходимо отметить, что эти изменения характерны для почв степи с различными режимами землепользования.

Анализ выпавших осадков во временном ряду 1947-2006 гг. показывает их значительное варьирование: от 403 до 736 мм, при среднем значении 577 мм в год. Для математического анализа временного ряда осадков использовался график циклической составляющей, представляющей собой скользящее среднее по 12 годам сумм выпавших осадков за гидрологические годы (с IV по IX месяцы) в период с 1947 по 1994 гг. (рис. 2).

Выявленная при этом продолжительность полувлажного периода составляет 24 года. В засушливом и увлажненном полуциклах отчетливо выражены 12-летние подполуциклы (1956-1968 гг., 1969-1981 гг., 1982-1993 гг.), характеризующиеся единой направленностью изменения годового количества осадков (повышение или понижение).

Долгосрочная и среднесрочная динамика запасов влаги. Выявленная периодичность в динамике осадков сказывается и на динамике продуктивной влаги в почвенном профиле. По гидрологическим годам наблюдается достоверное увеличение запасов влаги, обусловленное увеличением количества выпавших осадков в период повышенного увлажнения (табл. 2, рис. 3). Выявленная зависимость характеризуется значимыми коэффициентами корреляции: 0,53 – для абсолютно заповедной степи, 0,82 – для косимой степи и многолетнего пара (при уровне значимости $p = 0,05$).

Основным показателем водного режима почв является среднегодовой запас влаги в их метровом слое (табл. 2). Важно отметить наблюдаемое на всех наших объектах его совпадение с запасами влаги на год перехода от засушливых лет к годам повышенного увлажнения (рис. 3).

Выявленная при анализе осадков циклическая зависимость засушливых и влажных периодов около 11-12 лет наблюдается и в динамике запасов влаги в профиле черноземов ежегодно косимой степи. На участках аб-

солютного заповедания и многолетнего пара такая цикличность выражена слабо.

Обращает на себя внимание наиболее высокая амплитуда изменения запасов влаги – 59 мм (табл. 2) в почвах степи с режимом абсолютного заповедания, стабильным видовым составом травянистой растительности и 10-сантиметровым пологом растительного войлока.

Для оценки влияния 11-12-летних подполциклов на биопродуктивность был проведен анализ многолетней динамики

продуктивности надземной фитомассы (в абсолютно сухом состоянии) со скользящей средней по 11 годам на участках степи абсолютного заповедания (Сс-А3) и пятилетнего сенокосооборота (Сс-РПК). Он выявил незначимые положительные коэффициенты корреляции (0,22 и 0,28 для Сс-А3 и Сс-РПК), что отражает многофакторную природу продуктивности исследуемых объектов. Одним из наиболее значимых факторов является температура почвы и воздуха (рис. 4).

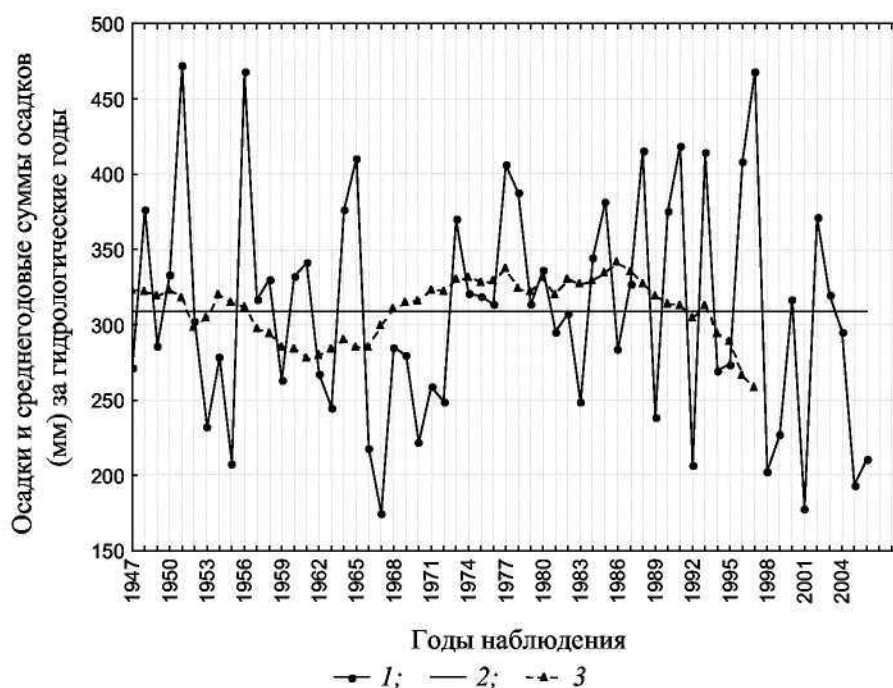


Рис. 2. Динамика осадков и среднего 12-летнего скользящего сумм осадков по гидрологическим годам (метеостанция ЦЧЗ):
 1 – среднемноголетние осадки, выпавшие за период с IV-IX месяцы;
 2 – среднее многолетнее значение величины выпавших осадков за гидрологические периоды (IV-IX месяцы);
 3 – скользящее среднее за 12 лет сумм выпавших осадков

Таблица 2

Среднемноголетние запасы влаги в почве (0-100 см), мм

Объекты	Средние запасы влаги за период IV-IX	Средние запасы влаги за период IV-IX по скользящим 12-летиям		
		max	min	Δ запаса
Сс-А3	248	283	224	59
Сс-ЕК	237	255	222	33
Сс-МП	266	285	253	32

* Δ – изменение запасов влаги (мм) за вегетацию по гидрологическим периодам.

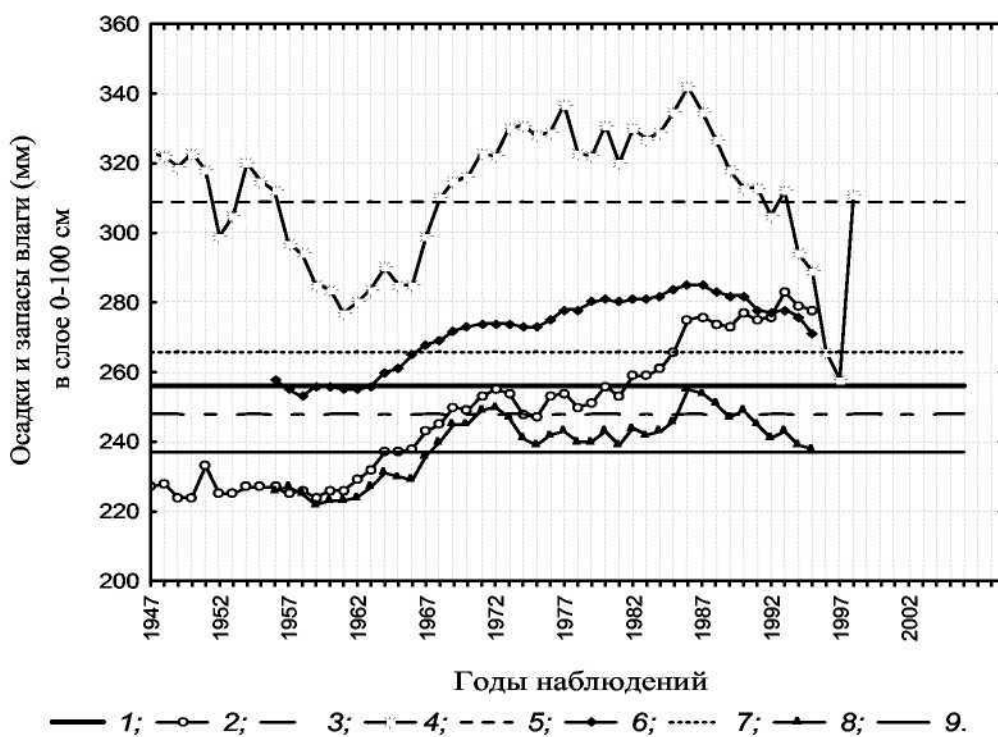


Рис. 3. Динамика осадков и запасов влаги со скользящим 12-летним периодом в метровом слое профиля почв Стрелецкой степи:

- 1 — влажность на уровне разрыва капилляров,
 4 — среднееголетние суммы выпавших осадков по скользящим 12-летиям за гидрологические годы, 5 — среднееголетнее значение выпавших осадков по гидрологическим годам;
 2 — для степи с абсолютно-заповедным режимом, 6 — для степи ежегодного кошения, 8 — под многолетним паром;
 среднееголетние запасы влаги по гидрологическим годам:
 3 — для степи с абсолютно-заповедным режимом, 7 — для степи ежегодного кошения, 9 — многолетнего пара

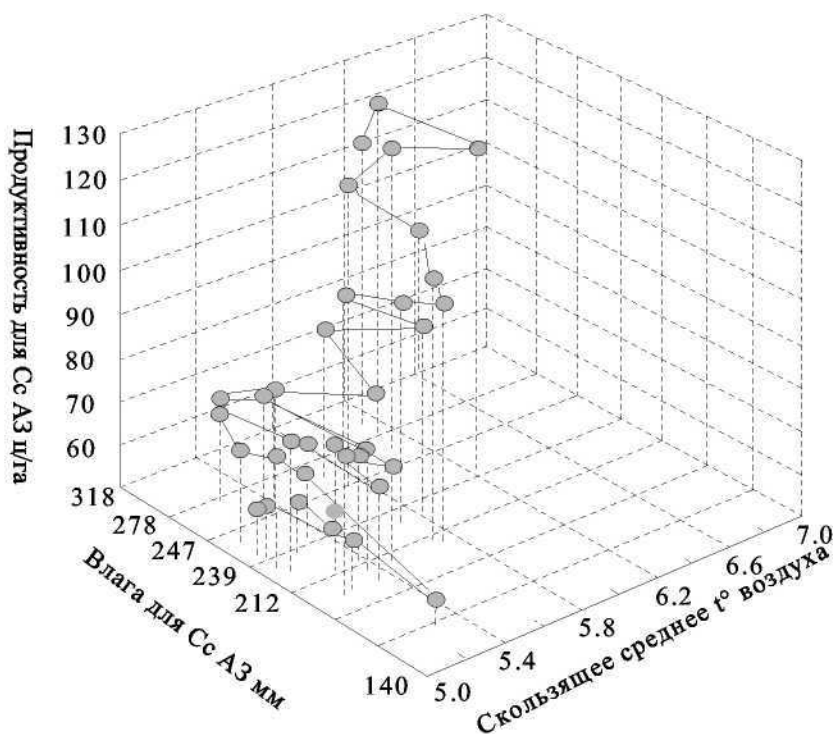


Рис. 4. Зависимость продуктивности надземной фитомассы от среднегодовой температуры воздуха и запаса влаги в метровом слое почвы

Пороговым значением среднегодовой температуры воздуха является $+5,4^{\circ}\text{C}$ – она обеспечивает устойчивый рост продуктивности надземной фитомассы при средних запасах влаги за гидрологический год не ниже 244 мм. Среднемноголетняя температура воздуха ниже 5°C не обеспечивает высокую биологическую продуктивность даже при условии хорошего влагозапаса.

Среднесрочная динамика запасов влаги сопряженных природных и сельскохозяйственных ландшафтов в период близких к среднемноголетним условиям 2002-2004 гг. (табл. 3) отражает общую тенденцию к увеличению запасов почвенной влаги в восходящем подполуцикле многолетней динамики осадков (рис. 2). Их средние значения на пробных площадках Казацкой степи в 2003 и 2004 гг. значительно выше, чем на сопоставимых площадках агроландшафтов, заложенных в аналогичных элементах рельефа.

Для элементов рельефа Казацкой степи (Кс) максимум изменения запасов наблюдается у подошвы склона (70 мм), а минимум – на водоразделе (31 мм). Для агроландшафта (Ал₂) – выпуклый склон северной экспозиции, наоборот, максимум характерен для водораздела (72 мм), а минимум – для нижней части склона (44 мм). Агроландшафт со склоном южной экспозиции характеризуется незначительными изменениями в запасах влаги на всех элементах рельефа (18 мм). Таким образом, полярно ориентированные склоны резко различаются по изменению в запасах влаги за вегетационный период, и разница между ними сопоставима с различиями между степью и пашней.

Выводы

1. Проведенный на примере представительных природных и сельскохозяйственных ландшафтов западной части Центрально-Черноземного региона анализ многолетней динамики температуры воздуха и почвы на глубине 0,5 м выявил устойчивые тренды к их повышению в период 1947-2006 гг.

2. Временной ряд осадков, выпавших за этот период, характеризуется выраженной цикличностью в 48 лет, с переходом от засушливых лет к годам с повышенным увлажнением и обратно. Внутри полуциклов отмечаются подполуциклы с периодом в 11-12 лет, характеризующиеся единой направленностью изменения годового количества осадков (повышение/понижение).

3. Наряду с запасами влаги важным лимитирующим фактором уровня продуктивности исследуемых фитоценозов является среднегодовая температура воздуха. При опускании ее ниже 5°C отмечается существенное снижение биопродуктивности ценозов – даже при условии хорошего влагозапаса.

4. Рельеф и вид землепользования являются значимыми факторами пространственной дифференциации не только влагозапаса почвы, но и его среднесрочной динамики. Полярно ориентированные склоны агроландшафта резко различаются по изменению в запасах влаги за вегетационный период. Разница между ними сопоставима с различиями между степью и пашней.

Таблица 3

Динамика запасов влаги (мм) в метровом слое почв сопряженных ландшафтов и агроландшафтов с полярными склонами

Годы набл.	Осадки, мм	Ландшафты			Агроландшафты					
		Кс-В	Кс-С	Кс-Н	Ал ₁ -В	Ал ₁ -С	Ал ₁ -Н	Ал ₂ -В	Ал ₂ -С	Ал ₂ -Н
2002	588	292	273	287	279	281	270	245	243	268
2003	568	310	316	332	295	291	287	273	267	306
2004	592	341	325	357	297	299	289	317	296	312
Среднее		314	305	325	290	290	282	278	269	295
Δ*		31	52	70	18	18	19	72	53	44
Среднее Δ*		51			18,3			56,3		

* Δ – изменение запасов влаги (мм) за вегетационный период.

Библиографический список

1. Бойко О.С. Структурно-функциональная организация базового агроэкологического мониторинга на землях особо охраняемых природных территорий ЦЧР / О.С. Бойко, И.И. Васенев // Доклады ТСХА. 2007. Вып. 279. Ч. 2. М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. С. 325-329.
 2. Роде А.А. Методы изучения водного режима почв / А.А. Роде. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 243 с.

3. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение: учебник / Л.О. Карпачевский. М.: Изд-во МГУ, 2004. 432 с.
 4. Шеин Е.В. Курс физики почв: учебник / Е.В. Шеин. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
 5. Васенев И.И. Задачи исследования и опорные объекты для базового агроэкологического мониторинга черноземов в ЦЧО / И.И. Васенев, М.Ю. Дегтева, О.С. Бойко и др. // Ботанические, почвенные и ландшафтные исследования в заповедниках Центрального Черноземья. Тула, 2000. Вып. 1. 168-175 с.



УДК 581.6

**А.А. Шибанова,
М.М. Силантьева**

**ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ, РЕДКИЕ
И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ
ПОЙМЫ РЕКИ ОБИ (ВЕРХНЕЕ ТЕЧЕНИЕ)**

В пределах Алтайского края находится верхний участок Оби с водосборной территорией 116,94 тыс. км². Общая площадь поймы на участке от начала реки до г. Камня-на-Оби около 4000 км² [1].

Первые сведения о растительности и отдельных видах в пойме р. Оби приводятся Б. Кота [2]. Исследования растительного покрова Оби начались в 20-х годах XX в. Г.Я. Бронзова в работе «По Обским лугам» впервые разделила пойму на участки [3]. В 1930 г. О.Н. Зверева провела геоботаническое обследование заливных лугов долины Оби, на территории современного Шелаболихинского района [4]. В 50-70-х годах XX в. большой вклад в изучение лугов поймы Оби внесла Е.Ф. Пеньковская [5].

Основным типом растительности в пойме Оби является луговая. Видовой состав лугов всецело зависит от продолжительности и степени разлива, а также от высоты участка по отношению к летнему уровню воды. Выделяют три вида лугов:

– короткопойменные луга произрастают на вершинах грив и склонах первой террасы. В их состав входят ксерофитные виды, приуроченные к степным сообще-

ствам. На Каменском участке поймы (в Шелаболихинском и Каменском районах) – вплоть до остепненных лугов, с выцветами солей и, соответственно, галофильной растительностью;

– среднепойменные, или настоящие, луга располагаются на невысоких гривах, выровненных пространствах и в неглубоких межгривных понижениях. Этот тип растительности является основным в верхнем течении реки Оби;

– долгопойменные, или болотистые, луга, занимающие межгривные понижения. В связи с изменением гидрологического режима могут переходить в настоящие. Редко встречаются тростниковые займища в Каменском участке поймы.

По берегам реки и проток распространены кустарниковые заросли. Основу их составляют различные виды ив, с одиночными крупными деревьями осокоря (*Populus nigra*) с подлеском из ежевики (*Rubus caesius*), калины (*Viburnum opulus*), жимолости (*Lonicera tatarica*), смородины черной (*Ribes nigrum*). Чаше эти заросли встречаются в Каменском участке поймы и называются «забоки».