



ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ТОБОЛЬСКОГО НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Е.И. Попова

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, 626150, Тюменская область, г. Тобольск, ул. им. Академика Юрия Осипова, 15

E-mail: Popova-3456@mail.ru

В пределах промкомплекса ТНХК (Тобольского Нефтехимического комбината) на восточной окраине г. Тобольска начато строительство крупного завода по производству пропилена. Промышленный комплекс ТНХК, в пределах которого, в его северной части, расположена промплощадка строящегося объекта ООО «Тобольск-Полимер», располагается на восточной окраине г. Тобольска близ городской черты. С целью оценки экологического (стартового) состояния лесной растительности около территории Тобольского Нефтехимического комбината проведено подробное исследование двух геоботанических площадок. Исследованные морфо-структурные и функциональные параметры фитоценозов в пределах наблюдательных площадок могут послужить основой для создания базы данных (архива) стартового состояния лесных фитоценозов, что позволит отслеживать возможную техногенную динамику от строящегося предприятия.

Ключевые слова: мониторинг, видовое богатство, продуктивность, морфометрические значения.

Введение

Усиление антропогенного воздействия привело к необходимости разработки методов, позволяющих вовремя обнаруживать антропогенно обусловленную деградацию природных экосистем, устанавливая долгосрочные тенденции в отношении одновременно действующих нарушающих факторов. Непременным условием экологических исследований является определение взаимосвязей между биотой и условиями среды. При этом изучение растительного покрова, представляющего единство флоры и растительности, традиционно занимает одно из главных мест в синэкологических исследованиях. Это обусловлено тем, что растительность, с одной стороны, представляет каркас наземных экосистем и выполняет средообразующую функцию, а с другой – обладает рядом преимуществ, которые позволяют использовать ее в качестве индикатора определенных условий среды, включая оценку антропогенного воздействия [1].

Растения очень четко реагируют на состояние природной среды. Листья являются самыми чувствительными к действию атмосферных загрязнителей, как впрочем, и многих других факторов. Такая чувствительность объясняется тем, что большинство важных физиологических процессов осуществляется в листе, который служит как бы центром варибельности или пластичности организма. В результате таких изменений окружающей среды появляется потребность в их изучении [2].

Объекты и методы исследования

В районе промкомплекса ТНХК заложены две комплексные наблюдательные площадки.

В геоботанике (фитоценологии) широко используется метод пробных площадок. Каждая пробная площадка представляет собой выборку (пробу) из генеральной совокупности (в данном случае – больших пространств тайги).

Размеры пробной площадки могут быть различны и зависят, прежде всего, от высоты слагающих фитоценоз видов растений. Число пробных площадок, закладываемых при исследовании, зависит от гомогенности/гетерогенности растительности и находится эмпирически. Типичность. Здесь речь идет о необходимости закладывать пробные площадки на типичных для генеральной совокупности участках. Достаточно сделать ссылку на используемую методику.

Из размеров комплексных наблюдательных площадок (10 на 10 в луговых и болотных ассоциациях, либо 20 на 20 в лесных ассоциациях) были выбраны последние, поскольку в природном окружении промплощадки преобладают лесные фитоценозы.

Соблюдалось правило типичности и гетерогенности-гомогенности при подборе участков для комплексных наблюдательных площадок.

Для столь небольших участков, как комплексные наблюдательные площадки, обычный набор методов изучения флоры (маршрутный, детально-маршрутный, метод конкретных



флор, метод модельных выделов) – неприменимы. Вернее, в них нет необходимости, поскольку такие небольшие участки есть возможность тщательно обследовать сплошь. Единственным связующим звеном с остальными методами изучения флоры остаётся обязательное требование неоднократного посещения изучаемой территории, поскольку часть видов, будучи в вегетативном состоянии или в покое, может ускользать от внимания исследователя.

При подборе площадок доминировало стремление достичь их максимального сходства во всех отношениях, в пределах контура комплексных наблюдательных площадок случайным образом закладывались три (минимальная повторность) квадрата стороной 1 м (площадью 1 м²), с которых срезался до уровня почвы весь травостой.

Квадраты закладывались случайным образом, подземные части растений не изымались. Это применимо в случаях разовых исследований. В мониторинговых исследованиях изъятие подземных частей растений с 3 м² в сезон нанесёт существенный урон экосистеме, и станет очень значимой роль вторжения самого исследователя в исследуемый процесс, чего допускать нельзя [3].

Площадка №1 заложена непосредственно около ограждения промкомплекса. Площадка находится в 60 м от ограждения (восточных ворот) по асфальтированной дороге на восток. До юго-западного угла площадки 17 м от насыпи асфальтированной дороги на север. Координаты центра площадки, определённые по GPS-навигатору, следующие: N 58°13'931'' E 068°28'232''.

Площадка №2 в 2.2 км восточнее, за пределами санитарно-защитной зоны (СЗЗ) объекта (фоновая территория). Местоположение этой площадки выбрано, исходя из следующих принципиальных положений. Во-первых, максимальное сходство с комплексной наблюдательной площадкой №1. Во-вторых, необходимое удаление от промплощадки. В-третьих, учёт розы ветров. В-четвёртых, хорошая доступность для повторных посещений и наблюдений. Комплексную наблюдательную площадку №2 можно посетить, пройдя немного более 1 км по асфальтированной дороге, идущей от восточных ворот промкомплекса на восток, далее по просеке, продолжающейся от конца этой дороги и идущей также на восток на протяжении немного более 1 км, затем свернуть в тайгу на север и пройти около 300 м. Координаты центра площадки, определённые по GPS-навигатору, следующие: N 58°14'066'' E 068°29'453''. Площадки квадратные со стороной 20×20 м.

Морфометрические параметры растений исследовались согласно общепринятым методикам [4, 5], учитывали следующие морфологические показатели: 1) длина побега; 2) длина листовой пластинки; 3) ширина листовой пластинки 4) отношение длины и ширины листовой пластинки (в тексте – индекс листа), 5) общее число живых и мёртвых листьев (в тексте – число листьев); 6) масса растения (без корня) в г. Измерения проводились при помощи штангенциркуля и электронных весов «Compast Scale». Полученные материалы подвергались статистическому анализу, расчеты проведены с использованием специальных программ в пределах пакета EXCEL и VIT. При математической обработке данных рассчитывали среднее арифметическое (\bar{x}), ошибку среднего арифметического ($m\bar{x}$). Внутрипопуляционную изменчивость морфометрических параметров изучали с помощью коэффициента вариации (C_v , %), позволяющего сравнивать разноразмерные параметры растений. Статистическая обработка полученных данных проведена по общепринятым методикам [6, 7].

Результаты и их обсуждение

Геоботаническое описание площадки №1 выявило 28 видов сосудистых растений из 22 родов и 16 семейств. Высших споровых растений всего 2 вида, остальные 26 видов – семенные растения, в т. ч. 25 – покрытосеменные, из которых двудольных – 19, а однодольных – 6 видов, среди доминирующих семейств преобладают термофобные (осоковые, розовые, ивовые, лютиковые), что соответствует таёжному расположению участка.

Геоботаническое описание площадки №2 выявило 24 вида сосудистых растений из 20 родов и 14 семейств. Высших споровых растений всего 2 вида, остальные 22 вида – семенные растения, в т. ч. 21 – покрытосеменные, из которых двудольных – 14, а однодольных – 7 видов, здесь преобладают термофобные семейства (розовые, осоковые), повышаются позиции термогигрофильного семейства яснотковые и появляется представитель термоксерофильного семейства гречишные.

Несмотря на то, что при подборе площадок доминировало стремление максимально достичь их сходства, тем не менее комплексные наблюдательные площадки №1 и №2 не оказались идентичными по видовому составу растений, т. к. площадка №1 подвержена влиянию дренажных канав, существенно дренирующих прилегающую территорию. Это обстоятельство увеличивает число экологических ниш на территории, что отражается на повышении фитораз-



нообразия. Поэтому как число видов, так и число родов и семейств растений на площадке №1 несколько выше, чем на №2.

Территория площадки №1, будучи близко расположенной к промплощадке, в период строительства дорог и дренажных канав подвергалась антропогенному воздействию, что способствовало ослаблению изначально существовавшего ценогенного поля лесного фитоценоза и внедрению новых видов.

Разница в видовом составе площадок в значительной мере обеспечивалась наличием видов *Salix* (ива) на площадке №1, которых нет на площадке №2.

Рядом с площадкой №2 произрастал *Iris sibirica* (ирис сибирский), который включён в Красную книгу Тюменской области (2004 г.) с категорией III (редкий вид).

Дренаж сказался на активности осок на площадке №1: их обилие-покрытие несколько сократилось. По-видимому, до начала строительства здесь также была представлена ассоциация *Betuletum caricoso-calamagrostidosum* (*langsдорffii*), которая претерпела изменения в сторону мезофитизации. В результате строительных и гидротехнических (дренажные канавы) работ эта изначальная ассоциация претерпела сукцессию в следующем направлении: от *Betuletum caricoso-calamagrostidosum* (*langsдорffii*) до *Betuletum calamagrostidosum* (*langsдорffii*).

Тем не менее, обе площадки имеют весьма близкий видовой состав растений но доминирующие и содоминирующие виды практически совпадают.

Плотность фитоценозов на комплексных наблюдательных площадках включает в себя: общее среднее число особей на трех метровых пробных квадратах 103 (комплексная наблюдательная площадка №1), 168 (комплексная наблюдательная площадка №2).

Биологическая продуктивность фитоценозов, слагающих комплексные наблюдательные площадки, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Биологическая продуктивность фитоценоза комплексной наблюдательной площадки №1, г

Вид	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Среднее по пробам
Вейник Лангсдорфа	63.87/6.40	83.54/28.80	47.94/6.16	65.12/13.79
Тростник обыкновенный	9.07/8.04	9.00/8.10	8.50/7.10	8.86/7.75
Осока двугычinkовая	5.71/4.41	0.50/0.30	0.60/0.30	2.27/1.67
Калужница болотная	1.85/0.57	1.94/0.60	1.72/0.44	1.84/0.54
Шлемник обыкновенный	1.85/0.57	1.94/0.60	1.72/0.44	2.52/0.77
Кизляк кистецветный	2.69/1.43	0.90/0.30	16.89/7.24	6.83/2.99
Чистец болотный	4.51/3.11	3.28/1.89	4.00/2.65	5.73/2.55
Осока пузырчатая	7.85/1.84	72.99/16.50	17.28/3.74	32.71/7.36
Осока прямоколосая	210.50/50.08	273.82/65.80	41.74/10.8	13.26/4.84
Сумма всех видов	196.99/30.27	179.36/59.04	122.74/37.42	139.14/42.26

Примечание (здесь и далее): значение сырой фитомассы – в числителе, сухой – в знаменателе.

Таблица 2

Биологическая продуктивность фитоценоза комплексной наблюдательной площадки №2, г

Вид	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Среднее по пробам
Вейник Лангсдорфа	67.59/20.28	103.18/32.08	174.08/55.88	114.95/36.08
Тростник обыкновенный	10.04/8.09	7.02/6.05	9.04/7.03	8.70/7.05
Осока двугычinkовая	210.50/50.08	273.82/65.80	41.74/10.8	175.35/42.23
Кизляк кистецветный	2.90/0.58	2.44/0.33	1.90/0.42	2.41/0.44
Осока прямоколосая	6.34/2.05	3.64/1.06	7.43/2.32	5.80/1.81
Сабельник болотный	3.28/1.04	2.54/0.91	3.00/1.34	2.94/1.10
Сумма всех видов	300.65/82.12	392.64/106.23	237.19/77.79	310.15/88.71

Значение фитомассы комплексной наблюдательной площадки №2 (сырая фитомасса – 310.15 г/м², сухая – 88.71 г/м²) более чем в два раза превышает показатели фитомассы комплексной наблюдательной площадки №1 (сырая фитомасса – 139.14 г/м², сухая – 42.26 г/м²). Показатели продуктивности по кислороду фитоценоза на комплексной наблюдательной площадке №2 также значительно превышают соответствующие значения на площадке №1.

Из весовых соотношений фитоценотипических групп растений фитоценозов площадок, наибольшая доля приходилась на доминанты, масса которых в четыре раза больше на площадке №2 (сырая фитомасса – 290.30 г/м², сухая – 78.31 г/м²), чем на площадке №1 (сырая фитомасса – 65.12 г/м², сухая – 13.79 г/м²), фитомасса субдоминантов и ассектаторов мало отличается. На площадке №1 отмечалось присутствие фитоценотипической группы «редкие» растения, их фитомасса составляет: сырая – 39.54, сухая – 10.35 г/м².



Весовое соотношение таксономических групп растений фитоценозов на комплексных наблюдательных площадках сильно различается. На площадке №1 однодольные превосходят двудольные растения по фитомассе более чем в 6 раз, а на площадке №2 – в 56.6 раз, т. е. их по массе больше почти в десять раз.

Морфометрический анализ растений показал, что на площадке №1 растения отличаются меньшими размерами, происходит, прежде всего, уменьшение ассимиляционной поверхности. Так, например, длина листа у Вейника Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.) изменяется от 25.76±0.12 см (площадка №1 (табл. 3)) до 26.97±0.17 см (площадка №2 (табл. 4)), Осоки двутычинковой (*Carex diandra* Schrank) от 45.12±0.62 см (площадка №1 (см. табл. 3)) до 48.07±0.12 см (площадка №2 (см. табл. 4)).

Таблица 3
Морфометрические особенности растений комплексной наблюдательной площадки №1, $x \pm m_x$

Название растения	Морфометрические показатели, $x \pm m_x$					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангсдорфа	115.91±0.51	25.76±0.12	0.78±0.01	32.57±0.29	1.57±0.01	6.41±0.05
Тростник обыкновенный	118.33±0.88	28.67±0.67	2.47±0.23	11.90±1.33	8.86±0.18	7.67±0.67
Осока двутычинковая	59.41±1.19	45.12±0.62	0.41±0.02	107.98±7.24	0.54±0.02	4.47±0.12
Калужница болотная	49.67±1.76	12.00±0.58	10.83±0.03	1.11±0.05	1.84±0.06	4.33±0.33
Шлемник обыкновенный	40.29±0.35	4.12±0.02	1.77±0.02	2.35±0.04	0.37±0.01	13.90±0.99
Кизляк кистецветный	39.23±0.62	9.60±0.15	3.54±0.13	2.76±0.13	0.77±0.02	9.17±0.20
Чистец болотный	54.67±1.76	17.67±0.97	2.10±0.05	8.40±0.68	3.93±0.35	15.00±1.73
Осока пузырчатая	97.17±0.51	78.77±0.61	0.65±0.01	125.08±3.06	1.48±0.01	3.57±0.06
Осока прямоколосая	95.59±0.32	48.46±0.72	0.66±0.02	73.53±2.82	3.52±0.02	12.91±0.28

При этом, как правило, на площадке №1 среднее значение массы растения, высота побега также уменьшаются. Наряду с этим, уменьшается соответственно и индекс листа, определенным образом изменяются размеры наблюдаемых растений.

Таблица 4
Морфометрические особенности растений комплексной наблюдательной площадки №2, $x \pm m_x$

Название растения	Морфометрические показатели, $x \pm m_x$					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангсдорфа	125.56±0.39	26.97±0.17	0.80±0.01	33.92±0.33	1.93±0.12	6.70±0.05
Тростник обыкновенный	121.33±0.76	30.67±0.49	2.23±0.04	13.68±0.37	4.88±0.32	7.83±0.31
Осока двутычинковая	72.49±0.31	48.07±0.12	0.46±0.01	102.24±0.74	0.60±0.01	3.75±0.04
Кизляк кистецветный	44.10±0.47	10.53±0.18	4.20±0.21	2.53±0.15	2.41±0.29	6.33±3.33
Сабельник болотный	23.67±1.86	7.93±1.72	10.33±2.19	1.07±0.27	2.94±0.22	5.33±0.33
Осока прямоколосая	96.53±0.41	51.00±0.58	0.67±0.03	76.87±4.95	5.80±1.13	13.67±0.33

Анализ морфометрических признаков на фоне экологических условий двух площадок по уровню изменчивости (CV,%) показал, что на условия площадки №1 (табл. 5) растения отвечали повышением изменчивости трех (из шести исследованных) морфометрических признаков (индекс листа *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud. (Тростник обыкновенный), *Carex diandra* Schrank (Осока двутычинковая), *Carex vesicaria* L. (Осока пузырчатая), *Naumburgia thyr-siflora* (L.) Reichenb. (Кизляк кистецветный), ширина листа *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex



Steud. (Тростник обыкновенный), *Carex diandra* Schrank (Осока двутычинковая), число листьев *Scutellaria galericulata* L. (Шлемник обыкновенный), *Stachys palustris* L. (Чистец болотный).

Таблица 5

**Изменчивость морфометрических признаков растений
на комплексной наблюдательной площадке №1, $cv \pm m_{cv}$**

Название растения	Морфометрические показатели, $cv \pm m_{cv}$, %					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангедорфа	5.59±0.31	6.01±0.34	8.87±0.49	11.18±0.63	11.64±0.65	11.11±0.62
Тростник обыкновенный	1.29±0.53	4.03±1.64	16.38±6.69	19.38±7.91	3.51±1.43	15.06±6.15
Осока двутычинковая	8.29±1.42	5.64±0.97	20.82±3.57	27.65±4.74	14.69±2.52	11.51±1.97
Калужница болотная	6.15±2.51	8.33±3.40	0.53±0.22	8.15±3.33	6.02±2.46	13.32±5.44
Шлемник обыкновенный	3.94±0.61	2.41±0.37	6.71±1.04	7.31±2.13	9.79±1.51	32.71±5.04
Кизляк кистецветный	7.64±1.13	7.57±1.12	17.70±2.61	22.43±3.31	13.25±1.95	10.21±1.51
Чистец болотный	5.59±2.28	9.51±3.88	4.76±1.94	14.05±5.73	15.62±6.38	20.00±8.16
Осока пузырчатая	4.24±0.37	6.27±0.55	13.12±1.15	19.72±1.73	1.66±0.15	13.98±1.23
Осока прямоколосая	1.11±0.24	4.91±1.05	10.16±2.16	12.74±2.72	1.71±0.37	7.31±1.56

У растений площадки №2 (табл. 6) отмечалось повышение изменчивости морфометрических признаков по массе растения (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud. (Тростник обыкновенный), числу листьев *Carex diandra* Schrank (Осока двутычинковая), длине, ширине и индексу листа *Comarum palustre* L. (Сабельник болотный).

Таблица 6

**Изменчивость морфометрических признаков растений
на комплексной наблюдательной площадке №2, $cv \pm m_{cv}$**

Название растения	Морфометрические показатели, $cv \pm m_{cv}$, %					
	высота побега, см	длина листа, см	ширина листа, см	индекс листа, см	масса растения, г	число листьев, шт
Вейник Лангедорфа	3.96±0.22	8.09±0.46	8.54±0.48	12.27±0.69	5.59±2.28	8.69±0.49
Тростник обыкновенный	1.53±0.44	3.95±1.14	4.62±1.33	6.58±1.90	16.04±4.63	9.61±2.77
Осока двутычинковая	7.65±0.30	4.43±0.17	11.01±0.43	13.25±0.51	13.27±0.51	20.19±0.78
Кизляк кистецветный	1.86±0.76	2.90±1.18	8.58±3.50	9.93±4.06	20.74±8.47	9.12±3.72
Сабельник болотный	13.58±5.55	37.53±15.32	36.64±14.96	43.30±17.67	12.71±5.19	10.83±4.42
Осока прямоколосая	0.73±0.29	1.96±0.80	8.66±3.54	11.15±4.55	33.62±13.73	4.22±1.72

Заключение

Таким образом, проведенные исследования состояния лесных фитоценозов на площадках в СЗЗ около ТНХК (площадка №1) и на фоновой территории (площадка №2) показало, что изученные фитоценозы отличаются друг от друга как в силу природно-антропогенных, так и техногенных экологических факторов. Площадка №1 испытывает последствие строительства промкомплекса ТНХК (прежде всего, осушающее влияние дренажных канав, благотворно сказавшееся на состоянии древостоя) и современные техногенные воздействия.

Исследование особенностей изменения морфометрических признаков позволило констатировать факт достоверного, но незначительного уменьшения листовой пластинки у растений данной наблюдательной площадки. При этом следует отметить, что число листьев достоверно мало отличается. Исследованные морфо-структурные и функциональные параметры фитоценозов в пределах наблюдательных площадок №1 и №2 могут послужить основой для создания базы данных (архива) стартового состояния лесных фитоценозов, как в непосред-



ственной близости от объекта в пределах санитарно-защитной зоны ТНХК, так и на фоновой территории, за пределами объекта. Будущие исследования, проведенные по этим же методам, позволят адекватно отслеживать возможную техногенную динамику.

Список литературы

1. Обзор. Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области / Департамент недропользования и экологии Тюменской области. – Тюмень, 2005. – 212 с.
2. Яблоков А.В., Ларина Н.И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. – М.: Высшая школа, 1985. – 159 с.
3. Ильминских Н.Г. Артефакты при исследовании флорогенеза // VII Зырянские чтения: Материалы Всеросс. научно-практич. конф. – Курган, 2009. – С. 212.
4. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во Москов. гос. унт-а, 1992. – 350 с.
5. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 1989. – 146 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1968. – 336 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 105 с.

ASSESSING THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE VEGETATION IN THE AREA OF INDUSTRIAL COMPLEX OF TOBOLSK PETROCHEMICAL PLANT

E.I. Popova

*Tobolsk Complex Scientific Station UD
RAS, 15, imeni Akademika Yuriya
Osipova St., Tobolsk, Tyumen Region,
626150, Russia*

As is well known, within the industrial complex ТНХК (Tobolsk Petrochemical Plant) on the eastern outskirts of the city of Tobolsk there began construction of a large plant for the production of propylene. ТНХК industrial complex, within which, in its northern part, is industrial site constructed facility LLC "Tobolsk-Polymer", located on the eastern outskirts of the city of Tobolsk, near the city limits. In order to assess the environmental (starting) state for forest vegetation near the site of the Tobolsk petrochemical plant, a detailed study of two geo-botanical areas has been carried out. The investigated morpho-structural and functional parameters of the plant communities within the observing sites can serve as the basis for the creation of a database (archive) of the start state of forest communities, which will allow to keep track of any technological dynamics of the enterprise under construction.

Key words: monitoring, species diversity, productivity, morphometric values.